



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ARMANDO DIAS DUARTE

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA
AVALIAÇÃO DE ÁREAS URBANAS: um estudo de caso
no Agreste Pernambucano**

Caruaru
2018

ARMANDO DIAS DUARTE

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA
AVALIAÇÃO DE ÁREAS URBANAS: um estudo de caso
no Agreste Pernambucano**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra

Coorientadora: Profa. Dra. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves

Caruaru
2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

D812I Duarte, Armando Dias.
Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas: um estudo de caso no Agreste Pernambucano. / Armando Dias Duarte. – 2018.
67f.; il.: 30 cm.

Orientador: Saulo de Tarso Marques Bezerra.
Coorientadora: Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, 2018.
Inclui Referências.

1. Saneamento (Pernambuco). 2. Saúde pública (Pernambuco). 3. Desenvolvimento social. 4. Impacto ambiental – Avaliação (Pernambuco). 5. Urbanização (Pernambuco). I. Bezerra, Saulo de Tarso Marques (Orientador). II. Gonçalves, Elizabeth Amaral Pastich (Coorientadora). III. Título.

CDD 620 (23. ed.)

UFPE (CAA 2018-355)

ARMANDO DIAS DUARTE

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA
AVALIAÇÃO DE ÁREAS URBANAS: um estudo de caso
no Agreste Pernambucano**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Aprovada em: 19/12/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Jose Almir Cirilo (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Profa. Dra. Monica Pertel (Examinadora externa)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus por sempre nos proporcionar um caminho de luz, paz, oportunidades e amor. Agradeço a minha família, por sempre acreditar que a educação é o caminho para se obter grandes conquistas. Ao meu pai, exemplo de pessoa calma e de um enorme coração, a minha mãe, exemplo de mulher guerreira e batalhadora, que não mede esforços para investir em mim. Tenho os dois como grandes exemplos a serem seguidos. Lembro-me de uma palestra na qual o professor, explicava que um dos grandes feitos de um filho é proporcionar orgulho e satisfação aos pais. Acredito que fiz, faço e ainda trarei muito orgulho para as pessoas que tanto amo. Agradeço muito a minha companheira Deysianne por sempre acreditar em nosso futuro, outro exemplo de mulher guerreira e que luta para que nosso futuro seja repleto de amor e conquistas ao formarmos uma linda família.

Gostaria de agradecer aos meus irmãos e irmãs que a pós-graduação me proporcionou com tanto pouco tempo, pois a convivência nos tornou mais do que colegas. Lembro perfeitamente das horas nos quais nos dedicamos a estudar assuntos que não são fáceis, mas com a ajuda de vocês acabaram sendo “um pouco menos complicados”. Dedico a vocês: José Adson, Jeisiane, Luttemberg, Natanna, Rafaela, José Neto (Netão) e demais colegas.

Gostaria também de agradecer aos meus colegas do GAMA por terem me ajudado no desenvolver da pesquisa: José Vitor, José Floro, Thayse e Ayane. Sem vocês, acredito que a pesquisa seria mais difícil, sem contar com momentos marcantes durante o desenvolver da pesquisa. Agradeço também a Joelithon e Luís pela grande ajuda nas análises no laboratório.

Dedico também ao professor Saulo, pois me ensinou a amadurecer no âmbito acadêmico, acreditar no meu trabalho, proporcionar total liberdade para a condução da pesquisa, sob suas orientações, e também de forma pessoal com o seu jeito. A professora Beth, com sua paciência, total atenção na hora da resolução das dúvidas que sempre surgiram, apoio incondicional nas análises laboratoriais e seu jeito motivador. Ao professor Gilson, por sempre acreditar no meu trabalho e proporcionar inúmeras oportunidades. Ao professor Anderson Paiva, sempre disposto a ajudar e seu jeito calmo. Todos vocês foram espíritos de luz que surgiram em minha vida.

Tenho muita convicção de que todas as pessoas que citei, ou que passaram de alguma forma nessa etapa de minha vida, levarei como aprendizagem e que de alguma forma ficou marcado, pois só que levamos dessa vida são as boas histórias!

RESUMO

O meio ambiente, ao longo dos anos, está sendo submetido a fortes impactos provocadas pelo processo de urbanização e uso abusivo dos recursos naturais. A ocupação desses espaços de forma acelerada e desordenada gera conflito no planejamento urbano, intensificando o surgimento de problemas ligados às condições de moradia e saúde pela falta de infraestrutura sanitária. O presente estudo teve como objetivo desenvolver um modelo de avaliação ambiental, baseado no Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, proposto pela Câmara de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) do estado de São Paulo em áreas urbanas localizadas na cidade de Caruaru – PE, através de um indicador denominado de Índice de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB. Para tanto, foram selecionados dois bairros com base na quantidade de casos confirmados das doenças, a saber: Dengue e *Chikungunya* provocadas pelo mosquito *Aedes Aegypti*. As informações das comunidades foram obtidas por meio de bancos de dados de órgãos da prefeitura municipal, de questionários à população das localidades e de análises da qualidade da água. De posse das informações, foi constatado que os bairros apresentam características de média salubridade, onde foram identificados que os indicativos de abastecimento de água, resíduos sólidos e socioeconômicos necessitam de uma maior atenção e prioridade nas políticas públicas. Os resultados das análises da água consumida pela população apresentaram desconformidades relacionados à potabilidade para consumo humano. O indicador ISAB se apresenta como uma ferramenta de gestão eficiente para a tomada de decisões do poder público, pois estabelece critérios técnicos para a priorização de bairros que mais necessitam de ações para a melhoria das condições ambientais e de moradia.

Palavras-chave: Saneamento. Recursos hídricos. Saúde pública. Desenvolvimento social.

ABSTRACT

The environment, along the years, it is being submitted to strong impacts provoked by the urbanization process and abusive use of the natural resources. The occupation of those spaces in an accelerated way and disordered generates conflict in the urban planning, intensifying the appearance of linked problems to home conditions and health for the lack of sanitary infrastructure. The present study had as objective develops a model of environmental evaluation, based on the Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, proposed by the Câmara de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) of the state of São Paulo located in urban areas in the city of Caruaru-PE, through a denominated indicator of Índice de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB. For this purpose, two neighborhoods were selected with base in the amount of confirmed cases of the diseases of Dengue and *Chikungunya* provoked by the mosquito *Aedes Aegypti*. The communities information were obtained through databases of organs of the municipal city hall, of questionnaires to the population of the places and of analyses of quality of the water. For of ownership of the information, it was verified that the neighborhoods present characteristics of average salubrious, where they were identified that the indicative of water supply, solid residues and socioeconomic need a larger attention and priority in the public politics. The results of the analyses of the water consumed by the population presented disconformities related to the potability for human consumption. The indicator ISAB comes as a tool of efficient administration for the decision making of the public power, because it establishes technical criteria for the prioritization of neighborhoods that more they need actions for the improvement of the environmental conditions and of home.

Keywords: Sanitation. Water resources. Public health. Social development.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Levantamento dos diferentes ISA apresentados na literatura brasileira.	30
Quadro 2 – Composição do indicador ISAB.	36

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Espectrofotômetro UV-VS.	39
Fotografia 2 - Turbidímetro modelo AQ3010.....	39
Fotografia 3 - Máquina seladora.	40
Fotografia 4 - Amostras na incubadora.	40
Fotografia 5 - Resultados das amostras após 24 h.	40
Fotografia 6 - Detecção de <i>E. coli</i> através da luz ultravioleta.	41
Fotografia 7 - Presença de esgoto a céu aberto no bairro do Vassoural.....	46
Fotografia 8 - Presença de esgoto a céu aberto no bairro do Salgado.....	46
Fotografia 9 - Ausência de varrição e capinação no bairro do Salgado.	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de casos confirmados de Dengue.	34
Gráfico 2 - Quantidade de casos confirmados de <i>Chikungunya</i>	34
Gráfico 3 - Total de casos de arboviroses confirmados por bairro.	35
Gráfico 4 - Resultados dos subindicadores.	42
Gráfico 5 - Principais formas de armazenagem do bairro do Vassoural.	43
Gráfico 6 - Principais formas de armazenagem do bairro do Salgado.	43
Gráfico 7 - Distribuição dos valores dos parâmetros de qualidade de água.	44
Gráfico 8 - Casos notificados de diarreia.	45
Gráfico 9 - Variação de casos confirmados do DENV.	49
Gráfico 10 - Casos confirmados de <i>Chikungunya</i>	49

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização do município de Caruaru-PE.	33
Mapa 2 - Localização dos bairros Salgado e Vassoural na zona urbana de Caruaru-PE.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério de classificação da salubridade.	37
Tabela 2 – Valores dos indicadores de segunda ordem.	42
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água dos bairros Salgado e Vassoural, Caruaru (PE) 44	
Tabela 4 - Valores dos indicadores de segunda ordem.	51
Tabela 5 - Resultados do ISAB.	51
Tabela 6 – Pontuação individual para cada indicador do bairro Vassoural.	51
Tabela 7 – Pontuação individual para cada indicador do bairro do Salgado.	52

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANA	Agência Nacional de Águas
CONESAN	Conselho Estadual de Saneamento
CGSDI	<i>Consultative Group on Sustainable Development Indicators</i>
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CHIKV	Vírus da <i>Chikungunya</i>
DENV	Vírus da Dengue
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISA	Índice de Salubridade Ambiental
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDRC	<i>The International Development Research Centre</i>
IUCN	<i>The World Conservation Union</i>
LIRAA	Levantamento Rápido de Índices para <i>Aedes Aegypti</i>
MS	Ministério da Saúde
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PAHO	<i>Pan American Health Organization</i>
PER	Pressão-Estado-Resposta
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa Nacional de Controle da Dengue
PNU	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO GERAL	17
2.1	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1	Conceito de saneamento.....	18
3.2	Indicadores.....	19
3.3	Índice de Salubridade Ambiental – ISA.....	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	Área de estudo.....	32
4.2	Escolha das comunidades.....	33
4.3	Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB.....	35
4.4	Questionários.....	37
4.5	Número de questionários.....	38
4.6	Análise da qualidade de água.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1	Indicador de Abastecimento de Água (IAB).....	42
5.2	Indicador de Esgotamento Sanitário (IES).....	45
5.3	Indicador de Resíduos Sólidos (IRS).....	46
5.4	Indicador de Controle de Vetores (ICV).....	48
5.5	Indicador Socioeconômico (ISE).....	50
5.6	Resultados do ISAB.....	51
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	62
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO DA TABULAÇÃO DOS DADOS	63
	ANEXO A – INDICADORES DO CONESAN	64
	ANEXO B – SUBINDICADORES DE SEGUNDA ORDEM E VALORES DE PONTUAÇÃO	65

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a população mundial vem sofrendo as consequências dos impactos ao meio ambiente decorrentes do aumento populacional e de seus padrões de consumo. Estes impactos estão levando o planeta a um ponto crítico, onde se pode verificar frequentes fenômenos naturais extremos. Segundo a *World Health Organization* – WHO, em seu relatório do Programa de Monitoramento Conjunto em 2015 (WHO, 2015), 21% da população mundial não utiliza serviços seguros de água (livres de contaminação), 11% da população global não usam o serviço básico de água potável, e 844 milhões de pessoas não possuem acesso ao serviço básico de água potável.

O meio ambiente, ao longo dos anos, está sendo submetido a fortes impactos provocados pelo processo de urbanização e uso abusivo dos recursos naturais. Atualmente, cerca de uma em cada duas pessoas vive em áreas urbanas, estima-se que esta relação aumente para duas em cada três pessoas em 2050. Embora o crescimento da população urbana ao longo do século passado tenha ocorrido sobre uma parcela muito pequena da superfície terrestre global (< 3%), o impacto tem sido significativo, com 78% das emissões de carbono, 60% do uso de água residencial e 76% da madeira utilizada para fins industriais atribuídos às cidades (LUCK & WU, 2002; GRIMM *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2011).

O processo de concentração urbana, em grande parte, deveu-se ao fluxo migratório de trabalhadores do campo e suas famílias para as periferias das cidades, atraídos pela esperança de uma melhor qualidade de vida, principalmente em relação à disponibilidade de emprego, educação e saúde. No entanto, como as cidades não estavam, na maioria dos casos, preparadas para receber este contingente populacional, a integração dessas pessoas no espaço urbano desenvolveu-se de forma anômala. Fato decorrente, principalmente, pela própria rapidez do processo e pela precariedade dos equipamentos urbanos, sobretudo nas regiões periféricas da cidade. De acordo com o Manual de tipologia interurbano realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a análise do meio urbano é uma tarefa complexa e interdisciplinar que envolve as seguintes áreas: geografia, economia, arquitetura e sociologia, isso associado ao fato de que um grande número de pessoas, infraestrutura, informações, recursos financeiros entre outros são concentrados em espaços reduzidos (IBGE, 2017). O

termo urbano de acordo com o manual está associado à concentração de pessoas vivendo em pequenas porções do território e que desempenham trabalhos diversificados.

O poder público enfrenta a problemática de priorizar a formulação de políticas públicas socioambientais que adotem tecnologias limpas que promovam campanhas de conscientização e sejam implantadas (de forma eficiente) visando o consumo sustentável, coleta seletiva, reciclagem e redução do desperdício nas atividades públicas e privadas (BELIZÁRIO, 2012). A salubridade ambiental está relacionada diretamente a serviços de saneamento, a uma adequada condição de moradia e a existência de políticas socioeconômicas adequadas. A relação entre saneamento e salubridade é estreita, segundo a Lei N° 11.445 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, os serviços públicos de saneamento são prestados segundo os princípios ambientais de: coleta de resíduos e a disposição de água de esgoto (BRASIL, 2007). O conceito de salubridade ambiental pode ser definido como a qualidade ambiental necessária para prevenir doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural (CONESAN, 1999).

Geralmente os investimentos de serviços ligados ao saneamento e recursos hídricos são insuficientes para garantir boas condições de salubridade, neste caso fazendo-se necessário, a adoção de critérios que visem estabelecer prioridades para a aplicação dos recursos disponíveis, buscando maximizar os benefícios. Para isso, é preciso fazer uso de ferramentas comprovadamente eficientes e que sejam de fácil adoção. O tema exige que os estudos e o planejamento de ações, tanto corretivas quanto preventivas, sejam baseados na realidade dos fatos, procurando encontrar os verdadeiros atores, diretos e indiretos, envolvidos. Deve-se propor mecanismos para mensurar o estado de salubridade do meio, balizar ações compatíveis com a realidade existente e contribuir na definição das prioridades no processo de decisão e de investimentos dos poderes públicos, principalmente nos serviços de saneamento. Portanto, o uso de indicadores como ferramenta de gestão contribui para o desempenho das funções que visam nortear e agregar informações a respeito da realidade, de forma que possa ser incorporado os aspectos ambientais, físicos e sociais para o auxílio no acompanhamento do progresso sustentável. Tal ferramenta permite descrever a atual situação das políticas públicas ou demonstrar a ausência das mesmas, o que contribui para a identificação das necessidades de investimentos nas áreas de saneamento que precisam de uma maior atenção.

Dessa forma, esse trabalho pretende contribuir com a criação de um indicativo que seja utilizado para a escala de bairros e que possa ser utilizado em diferentes localidades, com o objetivo de definir o nível de salubridade da região, tendo analisado as condições de saneamento e de moradia.

2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver o Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB, baseado no Indicador de Salubridade Ambiental – ISA proposto inicialmente pela Câmara de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo – CONESAN/SP, para a avaliação de áreas urbanas com a finalidade de auxiliar na tomada de decisão de agentes públicos.

2.1 Objetivos específicos

- Desenvolver um modelo de avaliação ambiental, baseado no Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, para a escala de bairro;
- Aplicar o modelo de avaliação ambiental proposto em áreas urbanas da cidade de Caruaru-PE;
- Realizar análises laboratoriais da qualidade da água nos aspectos físico-químicos e bacteriológicos; e
- Propor, com bases nos resultados, orientações para a priorização de ações e de investimento público nas localidades.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os problemas relacionados às questões ambientais são refletidos nos meios urbano e rural, o que acarreta em insalubridade ambiental, geralmente, nas periferias das cidades e na população rural afastada dos grandes centros urbanos, por não possuírem acesso aos serviços mínimos de saneamento ambiental (ALBUQUERQUE & DALTRO FILHO, 2015). Um dos fatores responsáveis por colaborar com a insalubridade é o crescimento populacional nas áreas urbanas de forma desordenada e sem planejamento por parte do poder público. No Brasil, o crescimento urbano era inferior a 45% na década de 1950, passou para 70% ao final da década de 1970, 76% ao fim da década de 1980 e em 2013 quase 85%, o que gerou transformações estruturais nas cidades e conflitos devido à má ocupação do solo, onde a população mais vulnerável sofre com a desigualdade de acesso à infraestrutura de serviços básicos (GUIMARAES, 2015). A provisão de serviços adequados de saneamento – abastecimento de água, esgotamento sanitário, gerenciamento de resíduos sólidos, manejo de águas pluviais e controle de vetores – é imprescindível para o bem-estar e proteção da saúde da população.

3.1 Conceito de saneamento

De acordo com a Política Nacional de Saneamento, Lei N° 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico em seu Art. 2º, inciso III, tem como princípios fundamentais o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Em seu Art. 49, inciso V, o objetivo da Política Nacional de Saneamento deve assegurar que a aplicação dos recursos financeiros administrados pelo poder público dê-se segundo critérios de promoção da salubridade ambiental, de maximização da relação benefício-custo e de maior retorno social (BRASIL, 2007). A ausência de saneamento básico é uma das principais causas de impactos ambientais negativos, tais como: poluição das águas, do solo e na saúde pública, como consequência ocorre o aumento de doenças vinculadas a condições precárias. A falta de saneamento está associada à mortalidade anual de 361 mil crianças com menos de 5 anos por diarreia, devido à falta de acesso a água potável, saneamento e higiene (WHO, 2017a). Antes de 2015, o número de pessoas sem acesso a uma fonte de água segura caiu drasticamente para 663 milhões de pessoas (UNICEF, 2015). Esse sucesso foi fundamental para reduzir as mortes por diarreia de crianças abaixo dos cinco anos, de 1,2 milhões no ano 2000 para 526 mil em 2015 (WHO, 2017b). O acesso às condições de

água registrado com os ganhos entre os anos de 2000 e 2015 trazem algumas pesquisas que apontam que pelo menos uma entre quatro pessoas a nível global (dados de 2015, o que correspondeu a 1,8 bilhão de pessoas) estão sujeitas à contaminação de água potável (BAIN *et al.*, 2014). Os que tem acesso a água de fontes seguras, cerca de 1,2 bilhão usa água com sérios riscos sanitários (ONDA; LOBUGLIO; BARTRAM, 2012).

De acordo com o *Institute for Health Metrics and Evaluation*, o levantamento no ano de 2017 para casos de morte por diarreia globais, onde foram levados em consideração todas as idades e ambos os sexos, revelou que cerca de 72,69% das infecções foram causadas por condições ambientais, 25,07% a junção de condições ambientais e comportamento e 2,25% apenas o comportamento, entende-se o comportamento como a ausência de lavar as mãos ou tomar outras ações que visam a limpeza após o uso de sanitários (IHM, 2017).

Muitos problemas que envolvem a falta de esgotamento sanitário e a disposição inadequada dos dejetos apresentam um alto risco de contaminação, pois de acordo com a WHO (2017b), um grama de fezes humanas pode conter milhões de bactérias patogênicas, vírus e milhares de cistos de parasita ou ovos de lombriga, o que torna essencial a administração dos dejetos. Outro problema associado é a infecção através de vetores (mosquitos, carrapatos, caracóis, moscas e pequenos organismos endêmicos) que transmitem vírus, parasitas e bactérias. Essa contaminação corresponde a um sexto da carga mundial de doenças e inaptidão (WHO, 2014).

Após 10 anos da Lei N° 11.445/2007 houve avanços com a situação no Brasil, porém, 29 milhões de pessoas permanecem sem acesso ao abastecimento geral de água, 69,2 milhões sem acesso ao esgotamento sanitário por rede e 20,5 milhões sem coleta de lixo (ABES, 2018).

3.2 Indicadores

O termo “indicador”, segundo Hammond *et al.* (1995), deriva do latim *indicare*, que remete a um anúncio, tornar um conhecimento público e estimativas. A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2002) define em sua terminologia que indicador pode fornecer informações sobre o estado de um fenômeno, do meio ambiente ou de uma zona geográfica, de uma amplitude superior às informações diretamente ligadas ao valor de um parâmetro. No quesito pertinência política, os indicadores deveriam fornecer uma imagem das condições ambientais, pressões exercidas ou respostas da sociedade, sendo de fácil entendimento, que possam representar tendências, servir de referência às comparações

internacionais, representar os problemas regionais e que possua um valor limite/referência tal que permita uma comparação que os usuários possam avaliar o significado (OCD, 2002).

De acordo com as Nações Unidas, os indicadores desempenham uma função importante para os políticos por possibilitarem, na maioria das vezes a conduzirem melhores decisões e ações efetivas, simplificando e agregando informações (UN, 2007). À medida que os problemas urbanos se transformam, os indicadores devem permitir a diversidade dos problemas ambientais urbanos, ao mesmo tempo em que permitam incorporar as questões de gestão, políticas públicas e arranjo institucional; a proposta é dar um sentido durável à cidade mediante a transformação da relação entre o meio ambiente e o homem (MARTINS & CÂNDIDO, 2015).

Além dos estudos de qualidade de vida, de acordo com Seidl & Zannon (2004), os indicadores podem ser usados para avaliar a eficácia, eficiência e do impacto de determinados tratamentos na comparação entre procedimentos para o controle de doenças. Almeida (2012) complementa que a relação entre saúde e qualidade de vida demonstra o perfil das populações em relação às condições e aos parâmetros em que estão ocorrendo em suas vidas, que os dados gerados, possibilitam a comparação dos grupos. Contudo, Gonçalves & Vilarta (2004) atentam para o fato de que é um desafio para os indicadores gerar formulações que permitam expressar a correspondência entre as melhoras dos índices coletivos e de satisfação pessoal.

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH foi um dos primeiros indicadores difundidos. Este foi apresentado no primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 1990), onde a sua adoção, como medida do grau do desenvolvimento humano de um país, levou em consideração três dimensões: vida longa e saudável (longevidade), acesso ao conhecimento (educação) e padrão de vida (renda). Esses três pilares ofereceram uma outra opção além do estudo do Produto Interno Bruto – PIB para a comparação entre os países (PNUD, 2013). O IDH foi criado com a intenção de:

[...] deslocar o debate sobre desenvolvimento de aspectos puramente econômicos – como nível de renda, produto interno bruto e nível de emprego – para aspectos de natureza social e também cultural. Embutida nesse indicador encontra-se a concepção de que renda, saúde e educação são três elementos fundamentais da qualidade de vida de uma população. O IDH é um indicador sintético de qualidade de vida que, de forma simplificada, soma e divide por três os níveis de renda, saúde e educação de determinada população. A renda é avaliada pelo PIB real per capita; a saúde, pela esperança de vida ao nascer e a educação, pela taxa de alfabetização de adultos e taxas de matrículas nos níveis primário, secundário e terciário combinados. Renda, educação e saúde seriam atributos com igual importância como expressão das capacidades humanas (MINAYO; HARTZ; BUSS, 2000, p. 10).

As adaptações do IDH são práticas corriqueiras nos diversos países, tendo como base a metodologia do IDH Global ao contexto nacional, onde os IDH nacionais são adequados as peculiaridades locais, cuja adição de novas dimensões é permitida como: liberdade política, meio ambiente, segurança e trabalho, entre outras (PNUD, 2013). Contudo, Guimarães & Feichas (2009) destacam que o IDH não considera as desigualdades regionais e locais de alguns países, além disso:

Outro aspecto diz respeito aos dois componentes “novos”, longevidade e educação, apenas indica como os recursos são alocados nas áreas de saúde e educação, não incorporando a desigualdade na distribuição. Registra dados quantitativos de avanço ou retrocesso, mas não diz nada, por exemplo, sobre a qualidade do ensino das pessoas que estão matriculadas e a qualidade de vida que as pessoas com maior longevidade tiveram. Sob o aspecto obtenção de dados, nem todos os países e regiões os têm disponíveis e quanto os têm, são de qualidade duvidosa. Esses fatos fragilizam a consistência e a precisão do índice, mas podem ser aperfeiçoados metodologicamente em sua base primária de dados (GUIMARÃES & FEICHAS, 2009, p. 311).

O *Ecological footprint method* (Pegada Ecológica) foi desenvolvido em 1993 por uma equipe técnica coordenada pelos pesquisadores Mathis Wackernagel e William Rees, da *University of British Columbia* (WACKERNAGEL & REES, 1999). Segundo a WWF (2018), é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais, através da comparação de diferentes padrões de consumo por meio do Indicador de Hectares Globais.

Wackernagel & Rees (1996) apresentaram autocríticas a Pegada Ecológica, pois indicaram uma simplificação da realidade. Os autores consideraram que os sistemas produtivos não utilizam todos os itens de consumo, geração de resíduos e poluição. O que sugere que a pegada calculada em cada país é maior do que a demonstrada. Outro fator negativo é a complexidade do seu cálculo (GUIMARÃES & FEICHAS, 2009).

O *Barometer of Sustainability* (Barômetro da Sustentabilidade) foi desenvolvido por um grupo de especialistas da *The World Conservation Union – IUCN* e *The International Development Research Centre – IDRC*, sob a liderança do pesquisador Prescott-Allen. O método de avaliação, segundo Guijt & Moiseev (2001), é um processo analítico estruturado que visa avaliar o progresso para a sustentabilidade que integra o bem-estar social e do ecossistema em uma avaliação conjunta. O método tem como premissa guiar o pensamento das pessoas para a visão do contexto específico do desenvolvimento sustentável e dos meios para mensurar as mudanças realizadas por essas visões.

As escalas são montadas em base centesimal e podem ser ter seus extremos escolhidos conforme critério dos pesquisadores, apresentando, portanto, a denominação de escolas de performance. O valor real de cada indicador é então transposto para essa escala. Dessa forma, os resultados dos indicadores podem ser combinados encontrando-se médias para cada dimensão. Os resultados das médias das duas grandes dimensões são expressos num diagrama bidimensional onde os resultados são dados em índices que, por sua vez, são função do estado geral da sociedade e do meio-ambiente. Cada uma dessas duas grandes dimensões está representada em um dos eixos do diagrama. Os eixos do gráfico, assim como as escalas de cada indicador, são divididos em cinco zonas, de forma que impede que um bom resultado num dos eixos não mascare um mau resultado no outro eixo (LUCENA; CAVALCANTE; CÂNDIDO, 2001, p. 24).

Kronemberger *et al.* (2008) ressaltaram que a subjetividade da determinação das escalas de desempenho do Barômetro da Sustentabilidade influencia na avaliação final do nível de desenvolvimento. Bellen (2004) explica que embora o método não seja considerado científico para muitos autores, devido à questão dos pesos e divisão da escala de performance, os índices são incorporados de forma transparente e os cálculos complexos podem ser realizados apenas se algumas metas numéricas ou padrão existirem.

O modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) foi elaborado pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico em 1998:

O PER baseia-se na ideia de que as atividades humanas exercem pressões sobre o meio ambiente e afetam a sua qualidade e a quantidade de recursos naturais (“estado”); a sociedade responde a estas mudanças adotando políticas ambientais, econômicas e setoriais, tomando consciência das mudanças ocorridas e a elas adaptando o seu comportamento (“respostas da sociedade”). O modelo PER apresenta a vantagem de evidenciar estes elos e ajudar os tomadores de decisão e o público a perceber a interdependência entre as questões ambientais e as outras (sem, todavia, esquecer que existem relações mais complexas nos ecossistemas e nas interações meio ambiente-economia e meio ambiente sociedade) (OCDE, 2002).

A Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU deixou de adotar o modelo PER, pois o mesmo não enfatiza os temas centrais das políticas públicas (ONU, 2001). Carvalho & Barcellos (2009) afirmam que a postura da ONU foi adotar uma medida de ordem prática, pois os países não se organizam em torno de conceitos de pressão, estado e postura, e sim de áreas ligadas a educação, trabalho, meio ambiente, etc.

O painel de Sustentabilidade surgiu em 1999, com o grupo de consultoria *Consultative Group on Sustainable Development Indicators – CGSDI*, e após três anos de pesquisa, o grupo apresentou o protótipo de um programa que calcula um índice de desenvolvimento sustentável com base nas áreas de desenvolvimento, que foi denominado *Dashboard of Sustainability* (Painel de Sustentabilidade) (RODRIGUES & RIPPEL, 2015). O índice representa a sustentabilidade de um sistema englobando a média de vários indicadores com

pesos iguais, catalogados em quatro categorias de performance: econômica, social, ambiental e institucional. É apresentado através de uma escala de cores que varia do vermelho-escuro (resultado crítico), passando pelo amarelo (médio) até chegar ao verde-escuro (resultado positivo) e que sua representação gráfica pode ser um painel ou um gráfico de farol (REIS *et al.*, 2017).

Bellen (2004) ressalva que o Painel de Sustentabilidade foi elaborado com base em uma visão holística e que a produção de indicadores precisa expressar a interseção entre as dimensões social, econômico e ambiental do desenvolvimento sustentável, ao ponto de que os que criaram a ferramenta explicam que não é uma tarefa fácil.

A Matriz Territorial da Sustentabilidade foi desenvolvida por Guimarães (1998) e teve como premissa aliar os conceitos de desenvolvimento territorial e de desenvolvimento sustentável, cujas decisões das políticas públicas são analisadas sobre as pessoas que habitam determinadas localidades. Sua interpretação depende das correlações que foram estabelecidas pelos tomadores de decisão e o público em geral (GUIMARÃES & FEICHAS, 2009).

No contexto brasileiro, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) lançou em 2002 a sua primeira publicação dos indicadores de desenvolvimento sustentável, que gerou um intercâmbio de ideias e alcançou uma maior divulgação para o público não especializado. Sua elaboração segue as recomendações da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável da ONU com adaptações feitas para a realidade do Brasil. Os indicadores foram aprimorados para servirem de subsídios nas dimensões ambiental, social, econômico e institucional (IBGE, 2015). Seu objetivo é acompanhar a sustentabilidade do padrão de desenvolvimento do Brasil a partir de indicadores em múltiplas dimensões.

No contexto internacional, o *Environmental Performance Index – EPI* (Índice de Desempenho Ambiental) tem como objetivo ranquear 180 países em 24 indicadores de performance inclusos nas categorias de cobertura de saúde humana e vitalidade dos ecossistemas. O EPI permite que os países que estão no topo do *ranking* sirvam de orientação para países com pontuações inferiores (EPI, 2018). Atualmente, o Brasil ocupa a 69ª posição no *ranking* tendo 60,70 como pontuação no EPI, 67,44 no quesito saúde ambiental e 56,21 na vitalidade do ecossistema, enquanto o país que ocupa o primeiro lugar é a Suíça com um EPI de 87,42, saúde ambiental de 93,57 e vitalidade do ecossistema de 83,32 (EPI, 2018).

3.3 Índice de Salubridade Ambiental – ISA

Em 1999, foi desenvolvido por um grupo de especialistas que compunham a Câmara de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo – CONESAN/SP o Índice de Salubridade Ambiental – ISA. Esse indicador relaciona aspectos qualitativos e quantitativos dos serviços de abastecimento de água, esgotos sanitários e limpeza pública, drenagem, controle de vetores, situação de mananciais e um indicador socioeconômico dos municípios com o objetivo de direcionar ações que sejam adaptáveis as realidades distintas de cada região, de forma que a salubridade ambiental de cada município seja quantificada através de um valor numérico que seja possível comparar com os demais municípios na sua região e no Estado. Nesse sentido é muito importante compreender os componentes do indicador e não somente o valor global (CONESAN, 1999). A composição original do ISA é dada pela Equação (1) e varia de 0 a 1.

$$ISA = 0,25 IAB + 0,25 IES + 0,25 IRS + 0,10 ICV + 0,10 IRH + 0,05 ISE \quad (1)$$

Onde:

IAB = Indicador de Abastecimento de Água;

IES = Indicador de Esgotos Sanitários;

IRS = Indicador de Resíduos Sólidos;

ICV = Indicador de Controle de Vetores;

IRH = Indicador de Recursos Hídricos;

ISE = Indicador Socioeconômico.

A escolha das variáveis pelo CONESAN foi estabelecida de acordo com os princípios e hipóteses: a) Uniformidade da base de dados e critérios e formas de cálculo; b) Possibilidade de comparação entre os Municípios do Estado, que no aspecto de saneamento está limitado ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana. No controle de vetores e de agrotóxicos será analisado pela vigilância do Estado. As condições socioeconômicas são expressas pelos parâmetros levantados pelo Estado, ligadas aos aspectos de saúde pública, à renda e à educação. Contudo, na identificação de aspectos extensivos ou localizados, que diferem de região, a comparação do ISA deverá estar associada ao respectivo ISA adotado, cujas variáveis devam estar em conformidade; c) Possibilidade de atribuir pesos ponderados aos aspectos do item b); d) Necessidade de limitar os dados e informações a serem utilizados e que estejam disponíveis e que sejam de fácil tabulação.

Para o cálculo do ISA, cada indicador de primeira ordem possui um subindicador associado, no qual os valores obtidos são calculados através de médias ponderadas. Os pesos de cada indicador foram estabelecidos pelos integrantes do CONESAN. O Anexo A apresenta as equações de cada indicador de primeira ordem, o resumo de todos os subindicadores e seus objetivos, enquanto o Anexo B demonstra os valores e critérios de cada pontuação.

O Indicador de Salubridade Ambiental – ISA vem sendo adotado como base metodológica de pesquisas realizadas em inúmeros trabalhos técnico-científicos ao longo das últimas décadas. Teixeira, Prado Filho & Santiago (2017) identificaram 60 publicações com o uso do ISA em diferentes áreas e ocupações urbanas, onde as regiões Sul (20) e Nordeste (19) do país representam a maior quantidade de estudos sobre a temática.

Os ISA “desenvolvidos” e empregados em cada estudo possuem distinções nos índices secundários, pesos e critérios de cálculo, o que impossibilita comparar esses valores obtidos nos diferentes estudos. As medições foram realizadas de forma qualitativa e quantitativa com base em indicadores socioambientais específicos. Os valores dos indicativos de primeira ordem variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor é a salubridade do local estudado (TEIXEIRA, PRADO FILHO & SANTIAGO, 2017).

Dentre os estudos iniciais, Almeida (1999) avaliou se a urbanização de um aglomerado subnormal comprometeu o meio ambiente e a saúde da população residente por meio do ISA proposto originalmente por CONESAN (1999). O estudo de caso foi o assentamento urbano Floresta, localizado em São Paulo, urbanizada através do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Guarapiranga – PSABG. O pesquisador apresentou recomendações para aperfeiçoar a consolidação das intervenções propostas pelo Indicador de Salubridade Ambiental para Favela – ISA/F para a área de estudo.

Montenegro *et al.* (2001) desenvolveram para a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte diretrizes para a construção coletiva de um Índice Municipal de Salubridade Ambiental – ISA/BH onde foram levados em consideração: pressupostos, composição, detalhamento e descrição dos indicadores setoriais, a fórmula do cálculo (com simulações) e a reflexão de cálculo das análises. Os autores afirmaram que é indispensável à avaliação abrangente da disponibilidade dos dados e informações necessárias para a construção dos indicadores e propõem a composição esquemática do ISA para Belo Horizonte.

Dias (2003) realizou o estudo em nove áreas de assentamentos na Bahia e adaptou o ISA para comunidades espontâneas a fim de verificar duas hipóteses: a) A salubridade

ambiental tem como fator dominante a infraestrutura sanitária, as condições de moradia, o nível de escolaridade e a condição de renda da população residente; b) A salubridade ambiental pode ser medida por meio de indicadores relacionados às condições de saneamento ambiental, que podem compor o Índice de Salubridade Ambiental para Áreas de Ocupação Espontânea – ISA/OE. Como conclusões, o autor confirma as hipóteses iniciais entre o ISA/OE e a incidência de diarreia e a prevalência de nematoides intestinais.

Ribeiro *et al.* (2004) aplicaram o ISA em 63 bairros da cidade de João Pessoa-PB, tendo como destaque o subindicador de abastecimento de água. Após a aplicação do método houve algumas adaptações por não abranger todos os aspectos ao ambiente e à saúde, contudo, os autores apontaram que o ISA demonstrou ser um indicador viável e claro para prioridades de gestão, nos aspectos de sistema de saneamento e gestão de saúde. Em seguida, Batista & Silva (2006) apresentaram o modelo ISA/JP para análises interurbanas de João Pessoa-PB com a adição do subindicador drenagem urbana. Foi desenvolvido um Sistema de Informação Geográfica – SIG que permitiu a construção de um sistema de apoio a decisão para viabilizar o modelo proposto e a variabilidade das informações no espaço urbano.

Silva (2006) abordou a avaliação do ISA em comunidades periurbanas (zonas de transição entre zona urbana e rural) e de ocupação espontânea. A autora inclui um subindicador baseado no estudo de Batista & Silva (2006) apresentado como ISA/JP1 e a partir dessa inclusão foram desenvolvidos dois modelos para a priorização de investimentos de ações de saneamento denominados de MSPIS e MPIS/PL. Os modelos foram aplicados em cinco comunidades periurbanas na bacia hidrográfica do baixo curso do Rio Gramame. Os resultados apontaram para as situações de média salubridade a insalubres e que os benefícios propostos pelos modelos apresentariam mudanças significativas que resultariam em níveis aceitáveis de salubridade para a região.

Menezes (2007) comparou o uso do ISA em duas classes de comunidade: a primeira delas com um bom o nível de infraestrutura e a outra com situação precária, ambas localizadas em Minas Gerais. O objetivo do trabalho foi à comparação de comunidades carentes com as não carentes para orientar os planos de saneamento ambiental. Os métodos utilizados para o levantamento dos dados foram questionários, folhas de tabulação e resumos com o auxílio de algumas metodologias: diagrama de Pareto, cálculo do ISA por critério dos percentuais e pelo critério de Ajzenberg.

Costa (2010) desenvolveu o estudo do ISA para comunidades rurais, baseado no modelo de Dias (2003), com o auxílio da metodologia Delphi, para três comunidades no município de Ouro Branco (MG), denominado ISA/CR. Segundo os pesquisadores, foi verificada a inviabilidade do modelo de Dias (2003) devido ao fato de que os parâmetros e as pontuações não estarem de acordo com a realidade estudada. Os pesos foram alterados e alguns parâmetros foram modificados. Posteriormente foi aplicado o ISA/CR e comparado com o modelo de Dias (2003), onde foram constatados resultados mais coerentes para a realidade estudada.

Souza (2010) aplicaram o ISA nas áreas interurbanas de Santa Rita-PB, onde se demonstrou que o modelo proposto é viável e que pode servir de auxílio na tomada de decisão para melhorias das condições salubres do município. Cunha (2012) realizou a aplicação conjunto do ISA originalmente desenvolvido por CONESAN (1999) e o ISA relacionado a condições de moradia proposto por Silva (2006) em Itaguaçu-Bahia. O autor concluiu que as três comunidades avaliadas apresentaram resultados similares quando relacionadas ao baixo estado de salubridade ambiental e apresentam déficit nos serviços de saneamento ambiental e socioeconômicos. O índice de condições de moradia teve uma maior variação, cujas comunidades que apresentam o maior Produto Interno Bruto – PIB per capita apresentaram maiores índices.

Pedrosa (2014) propôs uma aferição através da salubridade ambiental com o Índice de Salubridade Ambiental para a comunidade Novo Horizonte – ISA/NH, localizada na Paraíba, onde o objeto de estudo observou os padrões tecnológicos dos projetos adequadamente contextualizados, sob os cenários de urbanização na comunidade no quesito pós-ocupação, dado que a obra era a única totalmente urbanizada e concluída através dos recursos do Orçamento Geral da União e do Programa de Aceleração do Crescimento. O autor conclui que a urbanização não ocorreu de forma satisfatória, e que o indicador de abastecimento de água e resíduos sólidos, quando comparados com os aspectos socioeconômicos, apresentaram os piores resultados.

Albuquerque & Daltro Filho (2015) elaboraram um estudo na comunidade rural de Saramém – ISA/SAR, no município de Brejo Grande-SE. O desenvolvimento da pesquisa contou com a coleta de dados primários de 44 domicílios e dados secundários através de órgãos públicos municipais e estaduais. A partir da visita na comunidade, foi utilizado oito subindicadores: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, saúde pública, características da moradia, satisfação com a moradia e o entorno, espaço público

comunitário e socioeconômico. O estudo concluiu que a comunidade apresenta um baixo índice de salubridade.

Rocha (2016) avaliou a salubridade do município de Campina Grande-PB, com a elaboração do ISA/CG a partir do ISA proposto por Conesan (1999). Inicialmente, os valores do ISA/CG foram associados com os dos setores censitários do distrito-sede do município, o que permitiu uma análise da distribuição espacial dos valores na cidade. Foram propostos dois novos indicadores: conforto ambiental e capacidade de armazenamento de água, a partir da identificação de quatro áreas piloto, cujas características apresentavam alta e baixa salubridade. A autora concluiu que a ferramenta é útil para comparar as condições de salubridade na área interurbana e que as principais deficiências no município estão ligadas ao esgotamento sanitário e ao fator socioeconômico.

Santos (2017) buscou adaptar o ISA para o município de São Francisco do Itabopana-RJ, Gargaú – ISA/GAR, cuja renda principal é oriunda da coleta de caranguejos, mariscos e peixes, de forma a adaptar o modelo para um ecossistema estuarino. Para compor o ISA/GAR, foram analisados cinco índices, dados secundários, pesquisa de percepção ambiental com os coletores de caranguejo e dados primários com a avaliação da qualidade de água. A partir das comparações entre os resultados das análises da qualidade de água bacteriológica e físico-química da água subterrânea com os valores máximos permitidos para o consumo humano, foi constatado que a comunidade apresentava um ambiente insalubre e que necessitava de ações conjuntas da comunidade e do poder público.

Teixeira (2017) avaliou 60 artigos, com o objetivo de analisar os avanços, lacunas e desafios no uso para construir uma formulação para o Indicador de Salubridade Ambiental para áreas urbanas – ISA/OP. O autor utilizou o método Delphi com entrevistas entre especialistas da área. O valor geral do ISA proposto foi de 49,71, caracterizando uma baixa salubridade dos 13 distritos estudados (sede e 12 distritos), foi realizado também as análises de cada distrito e o estudo apontou os serviços de esgotamento sanitário e resíduos sólidos como os mais carentes.

Silva *et al.* (2017) desenvolveram um estudo na bacia do riacho Reginaldo em Maceió-AL, que teve como objetivo relacionar a incidência de doenças de veiculação hídrica com o ISA. Os resultados apontaram uma relação entre os indicadores do ISA e a incidência de doenças específicas, contudo, a resolução espacial e a forma de obtenção dos indicadores

primários afetam os resultados. Na área do estudo, as doenças de Dengue, hepatites e leptospirose tiveram maiores incidências, sendo a Dengue a que apresentou maiores casos.

A evolução do ISA ao longo dos anos foi considerada positiva pela comunidade técnica-científica e possibilitou a inserção e adaptação de novos indicadores ao modelo original. Teixeira, Prado Filho & Santiago (2017) destacam que a flexibilidade da criação de um ISA na forma de atualização, faz com que o índice não se apresente como uma ferramenta engessada, no entanto, a possibilidade de comparação é critério essencial no uso gerencial para as definições dos investimentos em saneamento.

O Quadro 1 detalha ao longo do tempo as modificações e sugestões adotadas pelos diferentes autores, tendo como fundamentação o ISA proposto originalmente por CONESAN (1999). Há limitações para as aplicações dos modelos adaptados, pois uma vez alterado não podemos comparar com os ISA propostos anteriormente. Teixeira, Prado Filho & Santiago (2018) afirmam que as comparabilidades dos ISA ficam restritas a duas situações: 1) que possuam a mesma composição, mesmo peso, indicadores de primeira ordem e segunda ordem e critérios de cálculo. 2) comparação com o mesmo ISA ao longo do tempo, o que permite a análise do indicador se houve avanço ou retrocesso ambiental. Os autores também afirmam que é um desafio unificar um ISA para ser utilizado de forma nacional através de um ranking, dado as especificidades de cada região estudada além da dificuldade da obtenção dos dados advindos de órgãos públicos (secretarias, autarquias, etc.), cuja confiabilidade pode ser questionável (TEIXEIRA; PRADO FILHO; SANTIAGO, 2018).

Quadro 1 - Levantamento dos diferentes ISA apresentados na literatura brasileira.

Autores	Nome e/ou sigla do Indicador	Estudo de caso	Equação
Conesan (1999)	ISA	São Paulo/SP	$ISA = 0,25* Iab + 0,25*Ies + 0,25*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Irh + 0,05*Ish$
Almeida (1999)	ISA – Favelas (SP)	Favelas/SP	$ISA/F = (Ica + Ice + Icr + Icv + Idr + Isg + Ivc + Idr + Iel + Ire + Iva + Iep + Irf + Ied) / 14$
Montenegro <i>et al.</i> (2001)	ISA – Belo Horizonte (BH)		$ISA/BH = a*Iab + b*Ies + c*Irs + d*Idu + e*Iam + f*Ism$
Dias (2003)	ISA – Ocupação Espontânea (OE)	Salvador/BA	$ISA/OE = (Iaa*p1) + (Ies*p2) + (Irs*p3) + (Idu*p4) + (Icm*p5) + (Ise*p6) + (Isa*p7)$
Ribeiro <i>et al.</i> (2004)	ISA – João Pessoa (PB)	João Pessoa/PB	$ISA = 0,25* Iab + 0,25*Ies + 0,25*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Irh + 0,05*Ish$
Batista (2006)	ISA/JP – João Pessoa (PB)	João Pessoa/PB	$ISA/JP = 0,25* Iab + 0,20*Ies + 0,20*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Irh + 0,10*Idu + 0,05*Ise$
Silva (2006)	ISA/JP1 – Bacia hidrográfica – rio Gramame (PB)	Comunidades periurbanas/PB	$ISA/JP1 = 0,20* Iab + 0,20*Ies + 0,15*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Irh + 0,10*Idu + 0,10*Icm + 0,05*Ise$
Menezes (2007)	ISA – Comunidades carentes (MG)	Comunidades carentes/MG	$ISA = (Iaa*0,2) + (Ies*0,2) + (Irs*0,15) + (Idu*0,1) + (Icm*0,15) + (Ise*0,1) + (Ish*0,7)$
Santos (2008)	ISA – Cidade de Aquidauana (MS)	Aquidauana/MS	$ISA = 0,25* Iab + 0,25*Ies + 0,25*Idu + 0,15*Irh + 0,10*Ise$
Rocha (2010)	ISA – Bacia hidrográfica – rio Jiquiriçá (BA)	Bacia hidrográfica – rio Jiquiriçá/BA	$ISA/Y11 = 0,30* Iab + 0,20*Ies + 0,20*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Ir + 0,10*Ise$
Costa (2010)	ISA – Comunidades Rurais	Comunidades Rurais/MG	$ISA/CR = 0,15* Iab + 0,20*Ies + 0,10*Irs + 0,15*Icv + 0,15*Isam + 0,10*Ise$
Cunha (2012)	ISA – Município de Itaguaçu (BA)	Itaguaçu/BA	$ISA = 0,25* Iab + 0,25*Ies + 0,25*Irs + 0,10*Icv + 0,10*Irh + 0,05*Ish$
Baggio (2013)	ISA – Município de Cocal do Sul (SC)	Cocal do Sul/SC	$ISA/CS = 0,25* Iab + 0,25*Ies + 0,20*Irs + 0,20*Idr + 0,10*Icv$
Pedrosa (2014)	ISA – Comunidade Novo Horizonte (PB)	Comunidade Novo Horizonte/PB	$ISA/NH = (Iaa*P1) + (Ies*P2) + (Irs*P3) + (Idu*P4) + (Ise*P5) + (Icm*P6) + (Icv*P7)$
Albuquerque & Danton Filho (2015)	ISA – Comunidade Saramém – Brejo Grande (SE)	Comunidade Saramém – Brejo Grande /SE	$ISA/SAR = 0,10* Iab + 0,25*Ies + 0,15*Irs + 0,10*Isp + 0,15*Icm + 0,05*Isme + 0,15*Iepc + 0,05*Ise$
Rocha (2016)	ISA – Campina Grande (PB)	Campina Grande/PB	$ISA/CG = Iab + Ies + Irs + Idu + 0,05*Ise$
Santos (2017)	ISA – Comunidade de Gargaú (RJ)	Comunidade de Gargaú/RJ	$ISA/GAR = 0,20* Iab + 0,20*Ies + 0,20*Irs + 0,20*Idu + 0,20*Icv$
Teixeira (2017)	ISA – Município de Ouro Preto (MG)	Ouro Preto/MG	$ISA/OP = 0,2030*Iab + 0,2076*Ie + 0,1680*Irs + 0,1051*Icv + 0,1075*Irh + 0,1135*Ise + 0,0952*Idu$
Silva <i>et al.</i> (2017)	ISA – Bacia hidrográfica – riacho Reginaldo (AL)	Bacia hidrográfica – riacho Reginaldo/AL	$ISA = 0,30*Iab + 0,30*Ies + 0,20*Icr + 0,20*Idu$

Fonte: Autor (2018).

Legenda: Ied – Indicador de educação; Irh – Indicador de recursos hídricos; Iab, Iaa, Ica – Indicador de abastecimento de água; Iel – Indicador de energia elétrica; Isam – Indicador de saúde ambiental; Icm – Indicador de condição de moradia; Iepc – Indicador de espaço público comunitário; Ise – Indicador socioeconômico; Icv – Indicador de controle de vetores; Ies, Ice – Indicador de esgotamento sanitário; Isme – Indicador de satisfação com a moradia e o entorno; Idd – Indicador de densidade demográfica; Ir – Indicador regional; Isp – Indicador de saúde pública; Idu – Indicador de drenagem urbana; Irf – Indicador de renda; e Iva – Indicador de varrição.

No contexto internacional, os indicadores de salubridade são citados na literatura como: *environmental health indicators* ou *environmental public health indicators* e estão associados a avaliações de saúde pública e meio ambiente de forma a correlacionar ambos para auxiliar na tomada de decisão (KJELLSTRÖM & CORVALÁN, 1995; NG & OBBARD, 2005; TONG; YE; HOU, 2006; MALECKI; RESNICK; BURKE, 2008; MASON *et al.*, 2018; TOBOLLIK *et al.*, 2018; VAN DER VLIET *et al.*, 2018).

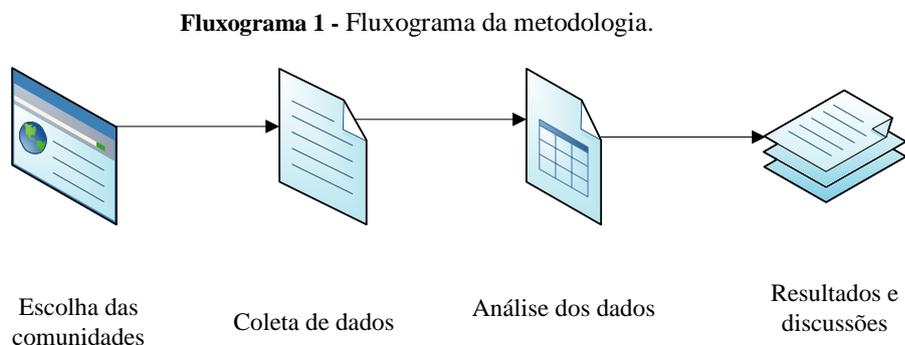
Sladden *et al.* (1999) realizaram uma revisão bibliográfica sobre o monitoramento da saúde ambiental e os efeitos na saúde humana para o desenvolvimento de indicadores ambientais que ilustrassem a tendência de doenças ao nível das populações na Austrália. Os autores concluíram que a ilustração da degradação ambiental através dos indicadores se apresenta como uma ferramenta potente para a promoção de medidas de proteção ambiental.

Daniau *et al.* (2013) investigaram os impactos na saúde humana de fontes locais de poluição na França através da revisão bibliográfica de 51 artigos cujos indicadores de saúde foram reportados pelos próprios entrevistados. Os autores concluíram que a escolha de indicadores de saúde, reportado pelos entrevistados necessita de uma padronização para assegurar a validade e a confiança com os estudos específicos de saúde.

Mason *et al.* (2018) desenvolveram o estudo na Nova Zelândia através da adaptação de indicadores do programa de indicadores de saúde ambiental, compostos por 60 indicadores em nove domínios: qualidade de ar, qualidade de água potável, qualidade de água para fins recreativos, exposição de raios ultravioletas (UV), transporte, ambientes em recintos fechados, substâncias perigosas, mudanças climáticas, fronteiras na saúde e vulnerabilidade da população. O estudo foi desenvolvido em três estágios: escopo, seleção e projeto da implantação, onde o foco foi desenvolver indicadores que afetam a saúde humana em recintos fechados, como por exemplo: frio, infestações de insetos, riscos de segurança, etc. Os autores concluíram que os indicadores demonstram que a disponibilidade e qualidade das residências provocam um impacto considerável na saúde dos povos que habitam a Nova Zelândia.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia segue os passos do fluxograma apresentado na Figura 1, onde os bairros foram selecionados com base na quantidade de casos confirmados de Dengue e *Chikungunya*.



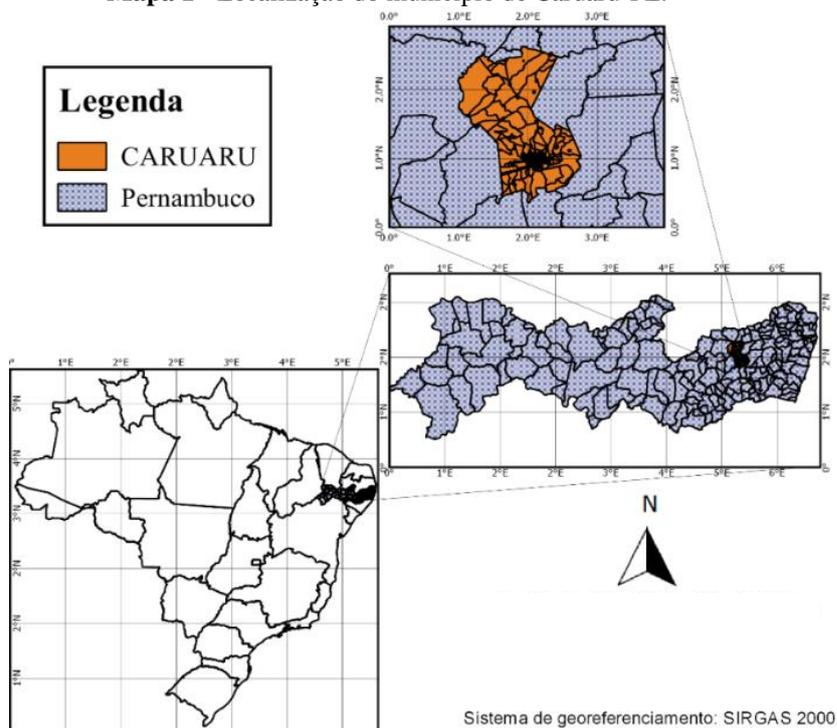
Fonte: Autor (2018).

4.1 Área de estudo

O município de Caruaru, localizado na mesorregião do Vale do Ipojuca, possui uma área territorial de 921 km², representando 0,94% da área do Estado de Pernambuco (Mapa 1). Possuía uma população residente de 351.686 habitantes no ano de 2016 (IBGE, 2017). De acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, publicado em 2010 no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, a cidade apresentava um IDHM de 0,677. Isto a coloca na 2503ª posição entre os 5565 municípios avaliados (BRASIL, 2017).

Caruaru está localizado na região semiárida brasileira e encontra-se inserido nos domínios das bacias hidrográficas dos Rios Ipojuca e Capibaribe, onde seus principais tributários são: rio Capibaribe e os riachos: Tabocas, Caiçara, Borba, da Onça, Olho d'Água, Mandacaru do Norte, Carapotós, São Bento, Curtume e Taquara. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005). Os principais reservatórios responsáveis pelo abastecimento da cidade são o de Jucazinho e do Prata, contudo, o reservatório de Jucazinho entrou em colapso em novembro de 2015. O reservatório do Prata está localizado no Município de Bonito-PE e possui uma capacidade de 42 milhões de metros cúbicos. Este é responsável pelo abastecimento das cidades de Caruaru, Agrestina, Altinho, Ibirajuba e Cachoerinha (IBGE, 2017).

Mapa 1 - Localização do município de Caruaru-PE.



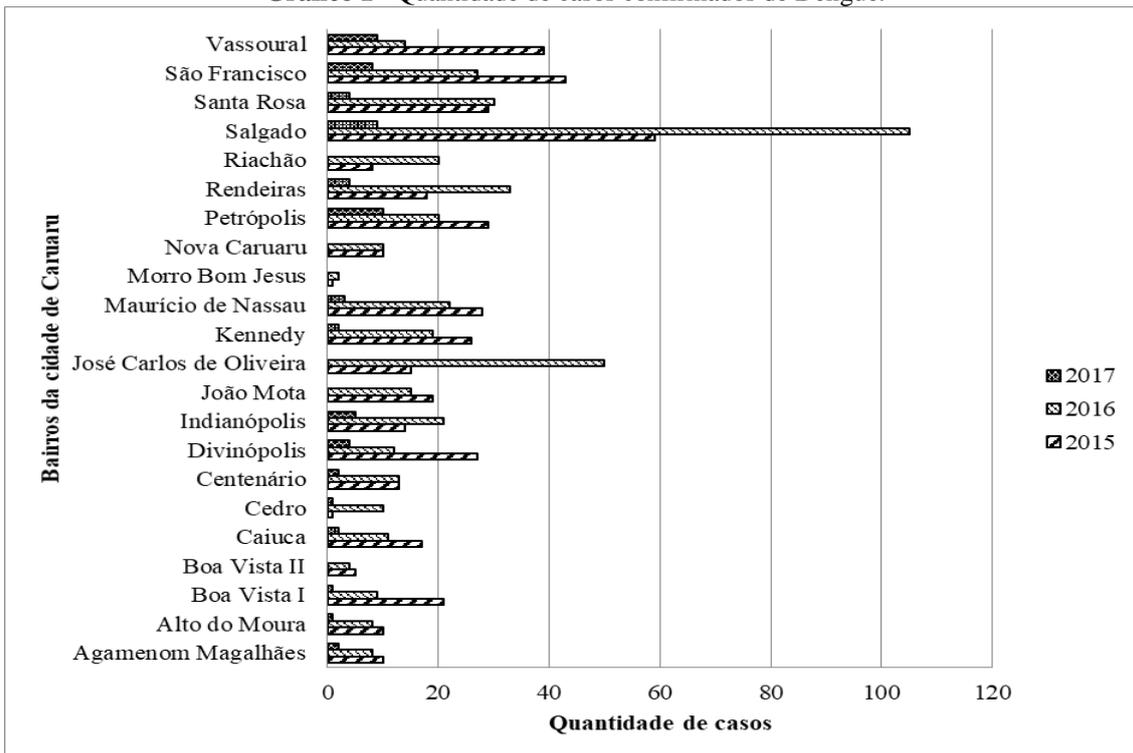
Fonte: Autor (2018).

Diante da crise hídrica enfrentada na região, outra forma de abastecimento no município se dá através de caminhões que transportam *containers* com capacidade de 1.000 L e caminhões do tipo pipa. O comércio de água através de caminhões do tipo pipa é inapropriado para o consumo humano, pois apresenta baixo índice de potabilidade e alto risco de contaminação por patógenos (presença de coliformes fecais *Pseudomonas aeruginosa* e quantidades elevadas de bactérias heterotróficas) (MENDONÇA *et al.*, 2017).

4.2 Escolha das comunidades

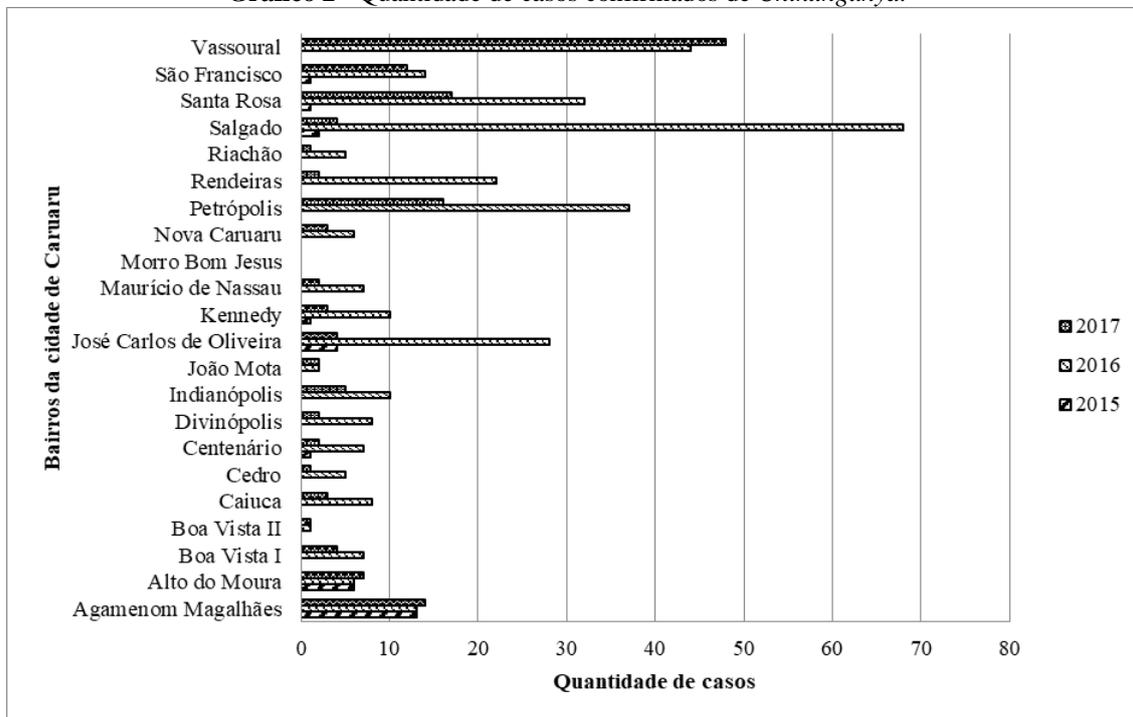
Os bairros avaliados pertencem à área urbana do município de Caruaru e foram escolhidos com base na quantidade de casos confirmados de Dengue e *Chikungunya* no período de 2015 a 2017. Os dados foram obtidos através da Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde da prefeitura municipal e estão mostrados, por ano, nos Gráfico 1 e 2. Conforme se observa no Gráfico 3, os bairros Salgado e Vassoural foram os que possuíram a maior quantidade de casos de arboviroses. No Mapa 2 apresenta-se a localização dos bairros Salgado e Vassoural na zona urbana de Caruaru-PE.

Gráfico 1 - Quantidade de casos confirmados de Dengue.

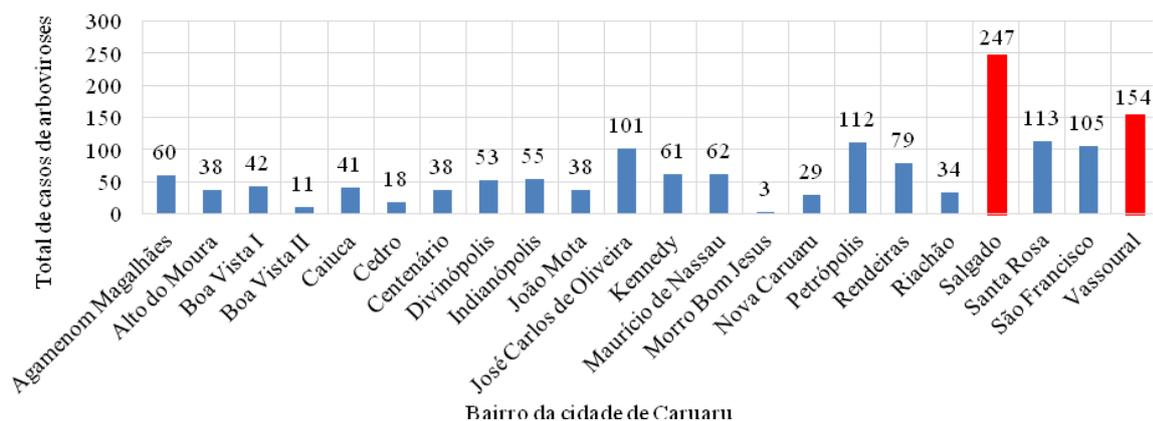


Fonte: BRASIL (2018a).

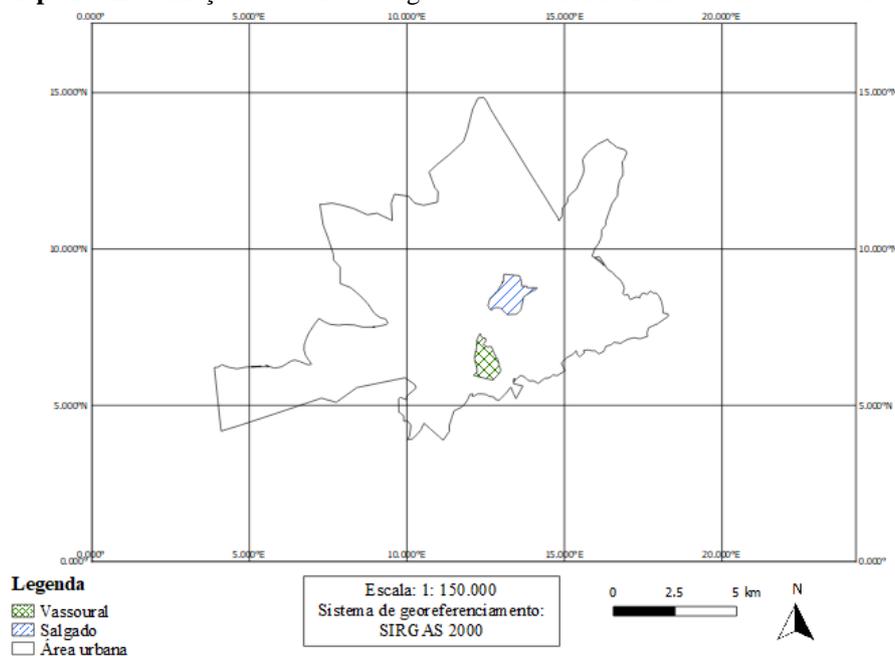
Gráfico 2 - Quantidade de casos confirmados de Chikungunya.



Fonte: BRASIL (2018a).

Gráfico 3 - Total de casos de arboviroses confirmados por bairro.

Fonte: BRASIL (2018a).

Mapa 2 – Localização dos bairros Salgado e Vassoural na zona urbana de Caruaru-PE.

Fonte: Autor (2018).

4.3 Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB

Dado a necessidade de adaptação do ISA para o contexto do Agreste Pernambucano e aplicação na escala de bairro, é proposto um novo indicador denominado de Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB, a partir da adaptação do modelo original ISA proposto por CONESAN (1999). Optou-se pela exclusão do indicador de primeira ordem do ISA original relacionado aos recursos hídricos (IRH), devido à não aplicabilidade deste na escala de bairro. O peso associado à variável excluída foi redistribuído para os indicadores de controle de vetores (ICV) e socioeconômico (ISE). O ISAB é calculado por meio da Equação (2) e tem sua composição conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Composição do indicador ISAB.

Indicador de 1ª ordem	Cálculo do Indicador de 1ª ordem	Indicador de 2ª ordem	Objetivo do Indicador de 2ª ordem	Fonte da informação	Valor da pontuação
Indicador de Abastecimento de Água IAB	$IAB = (ICA + IRA + IQA)/3$	ICA = índice de cobertura de atendimento	Identificar se o domicílio é atendido por rede de abastecimento	Questionário: Item 2.1	Sempre = 1 Raramente (1 vez por mês, ou 3) = 0,5 Nunca = 0
		IRA = índice de reaproveitamento de água	Identificar se o domicílio reaproveita a água	Questionário: Item 2.3	Sim = 1 Não = 0
		IQA = índice de qualidade de água	Verificar a porcentagem de residências em que a amostra de água é considerada como sendo potável relativa à colimetria, cloro e turbidez.	Análises de laboratório	100% = 1 100% > Iqa ≥ 95% = 0,8 95% > Iqa ≥ 85% = 0,6 85% > Iqa ≥ 70% = 0,4 70% > Iqa ≥ 50% = 0,2 Iqa < 50% = 0
Indicador de Esgotamento Sanitário IES	$IES = (IDE + IEB)/2$	IDE = índice de destinação do esgoto	Identificar se a residência é ligada à rede de esgoto	Questionário: Item 3.1 e 3.2	Rede = 1 Fossa séptica = 0,5 Outros = 0
		IEB = índice de esgoto a céu aberto	Verificar se há locais com a presença de esgoto a céu aberto	Questionário: Item 3.3	Sim = 0 Não = 1
Indicador de Resíduos Sólidos IRS	$IRS = (ICR + IVR + ISR + IDR)/4$	ICR = índice de coleta de resíduos	Identificar a coleta de resíduos no bairro	Questionário: Item 4.1	Diária = 1 Semanal = 0,5 Raro = 0,3 nunca = 0
		IVR = índice de varrição da rua	Identificar a varrição da localidade	Questionário: Item 4.2	Diária = 1 Semanal = 0,5 Raro = 0,3 nunca = 0
		ISR = índice de separação de resíduos	Identificar se a residência realiza a separação dos resíduos	Questionário: Item 4.4	Sim = 1 Não = 0
		IDR = índice de disposição de resíduos	Identificar onde os resíduos são dispostos para a coleta	Questionário: Item 4.5	Chão = 0 Ponto coletivo = 0,5 Lixeira = 1
Indicador de Controle de Vetores ICV	$ICV = (IDV + IFC + IPR + IAP)/4$	IDV = índice de vírus da Dengue	Identificar a presença de Dengue nos últimos 6 meses	Questionário: Item 5.1	Sim = 0 Não = 1
		IFC = índice de febre Chikungunya	Identificar a presença de Chikungunya nos últimos 6 meses	Questionário: Item 5.3	Sim = 0 Não = 1
		IPR = índice de presença de ratos	Identificar se há presença de ratos na residência	Questionário: Item 5.7	Sim = 0 Não = 1
		IAP = índice de presença de animais peçonhentos	Identificar se há presença de animais peçonhentos na residência	Questionário: Item 5.9	Sim = 0 Não = 1
Indicador Socioeconômico ISE	$ISE = (IED + IRF + IDS)/3$	IED = índice de educação	Identificar o maior nível de escolaridade do responsável familiar	Questionário: Item 1.1	Analfabeto = 0 Alfabetizado = 0,4 Fundamental = 0,6 Médio = 0,8 Superior = 1
		IRF = índice de renda familiar	Identificar a faixa salarial da família	Questionário: Item 1.2	Menos de 1 salário = 0 Entre 1 e 2 salários = 0,5 Acima de 2 salários = 1
		IDS = índice de desemprego	Identificar a quantidade de pessoas adultas desempregadas no domicílio	Questionário: Item 1.3	Nenhuma = 1 1 pessoa = 0,5 2 pessoas = 0,4 Acima de 2 pessoas = 0

Fonte: Autor (2018).

$$\text{ISAB} = 0,25 \text{ IAB} + 0,25 \text{ IES} + 0,25 \text{ IRS} + 0,10 \text{ ICV} + 0,15 \text{ ISE} \quad (2)$$

Onde:

IAB = Indicador de abastecimento de água;

IES = Indicador de esgotos sanitários;

IRS = Indicador de resíduos sólidos;

ICV = Indicador de controle de vetores;

ISE = Indicador socioeconômico.

O Manual Básico do ISA proposto por CONESAN (1999) não demonstra o nível de salubridade ambiental em função da faixa de pontuação do indicador, Teixeira, Prado Filho & Santiago (2017) afirmam que a maioria dos estudos desenvolvidos utiliza os valores que Dias (2003) estabeleceu a partir de preposições baseadas na literatura (Tabela 1).

Tabela 1 – Critério de classificação da salubridade.

Nível de Salubridade	Pontuação
Insalubridade	0 – 25
Baixa Salubridade	26 – 50
Média Salubridade	51 – 75
Salubre	76 – 100

Fonte: DIAS (2003).

4.4 Questionários

O questionário aplicado foi estruturado, escala nominal, com a identificação de cada subindicador do ISAB. A elaboração do questionário foi baseada em Günther (2003), que indica os principais caminhos para a compreensão do ser humano no contexto das ciências sociais através de técnicas para a elaboração de questionários. Os formulários seguem o modelo utilizado por Menezes (2007), cujas adaptações foram realizadas para a comparação entre comunidades carentes e condições de saneamento e infraestrutura. Com o objetivo de suprir a necessidade de falta de dados disponíveis nos bancos de dados da prefeitura e órgãos de controle, o questionário (ver Apêndice A) utilizou perguntas fechadas e para o cálculo do ISAB adotará o critério dos percentuais. Os dados obtidos com aplicação dos formulários nos bairros foram inseridos no formulário de tabulação (disponível no Apêndice B) para a determinação do ISAB por meio da Equação 2.

4.5 Número de questionários

O número de questionários foi definido através do plano de amostragem com base nas recomendações estabelecidas nas normas da ABNT NBR 5426:1995 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos e a ABNT NBR 5427:1995 – Guia para utilização da norma NBR 5426. Os trabalhos desenvolvidos por Limeira, Silva & Cândido (2010), Nascimento, Figueira & Silva (2013) e Cunha & Silva (2014) também adotaram estas normas para determinar o número de entrevistados.

O tamanho da população estatística foi estabelecido em função do número de residências de cada bairro, obtido através de informações fornecidos pela Secretaria da Fazenda do município cadastrados no Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) onde foram levados em consideração os domicílios territoriais (BRASIL, 2017b). Foram aplicados o total de 20 questionários para o bairro do Vassoural e 80 questionários para o Salgado.

4.6 Análise da qualidade de água

A água para o consumo humano é determinada através da Portaria de Consolidação nº5 de 28 de setembro de 2017. Em seu anexo XX, estabelece valores aceitáveis para análises bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas que caracteriza a água potável para o consumo humano (BRASIL, 2017).

Para validar a pesquisa e compor o subindicador de índice de qualidade de água, foram realizadas as coletas de água dos domicílios pesquisados nos bairros. As amostras foram alocadas em frascos previamente esterilizados. Para a determinação do cloro, foi realizado o procedimento *in loco* com o auxílio do kit de disco de cor para colímetro visual e as análises físico-químicas e microbiológicos das amostras foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA do Campus Agreste da UFPE.

Foram realizadas análises de determinação de turbidez, cor, coliformes totais e termotolerantes (fecais). As análises de cor foram realizadas através do espectrofotômetro UV-VS (Spectroquant® Pharo 300, Fotografia 1), enquanto as de turbidez foram com o turbidímetro modelo AQ3010 (Fotografia 2) previamente calibrado.

Fotografia 1 - Espectrofotômetro UV-VS.

Fonte: Autor (2018).

Fotografia 2 - Turbidímetro modelo AQ3010.

Fonte: Autor (2018).

As análises microbiológicas para a determinação do Número Mais Provável – NMP de coliformes totais e termotolerantes foram obtidas através do teste Colilert, aprovado pela *Environmental Protection Agency* e incluído no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Foi utilizada a técnica do substrato cromogênico definido ONPG – MUG (Substrato Cromogênico-Fluorogênico), onde o meio de cultura é hidrolisado pelas enzimas específicas dos coliformes e *Escherichia Coli* – *E. coli.*, cuja mudança de cor após o período de incubação determina presença do patógeno (BRASIL, 2011). De acordo com Lima, Bethonico & Vital (2018) o método tanto pode ser usado para análise qualitativa quanto quantitativa, tendo como vantagem o tempo de resposta, pois a determinação de coliformes e de *E. coli* é simultânea. Os procedimentos adotados para as análises foram baseados no manual IDEXX (2018), cujas amostras foram colocadas em cartelas com pequenos poços e seladas através da máquina seladora Quanti-Tray (Fotografia 3) e colocadas em estufa bacteriológica a 36°C com permanência de 24 horas (Fotografia 4), em seguida foi utilizado a Tabela do NMP Quanti-Tray/2000 que associa a contagem dos poços grandes em conjunto com os poços pequenos (Fotografia 5) para a detecção de organismos por 100 ml com limites de confiança de 95%.

Fotografia 3 - Máquina seladora.

Fonte: Autor (2018).

Fotografia 4 - Amostras na incubadora.

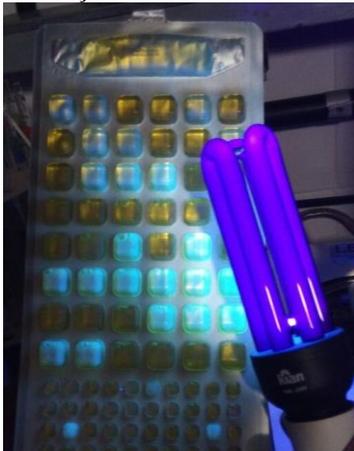
Fonte: Autor (2018).

Fotografia 5 - Resultados das amostras após 24 h.

Fonte: Autor (2018).

Para o teste de *E. coli*, foi aplicada luz ultravioleta para a detecção/ausência dos organismos, sendo observadas a fluorescência azul para a presença do patógeno (Fotografia 6). A determinação da presença/ausência dos coliformes termotolerantes através do *E. coli* é um dos principais indicadores de contaminação das águas, pois possuem sorotipos que causam gastroenterites (SILVA, 2000). Torres (2017) destaca que a contaminação é uma das grandes causas de morbidez e mortalidade no mundo, em especial as crianças nos países em desenvolvimento e crianças e adultos em países desenvolvidos.

Fotografia 6 - Detecção de *E. coli* através da luz ultravioleta.



Fonte: Autor (2018).

De acordo com os padrões de potabilidade da Portaria de consolidação 5/2017, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, há necessidade de ações corretivas e novas amostras em dias consecutivos devem ser recolhidas a fim de se revelar resultados satisfatórios (BRASIL, 2017). O valor máximo permitido no sistema de distribuição (inclui reservatórios e rede) de coliformes totais em sistemas que abastecem a partir de 20.000 habitantes, é a ausência em 100 ml em 95% das amostras analisadas no mês. E sobre o *E. coli* ausência em 100 ml.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

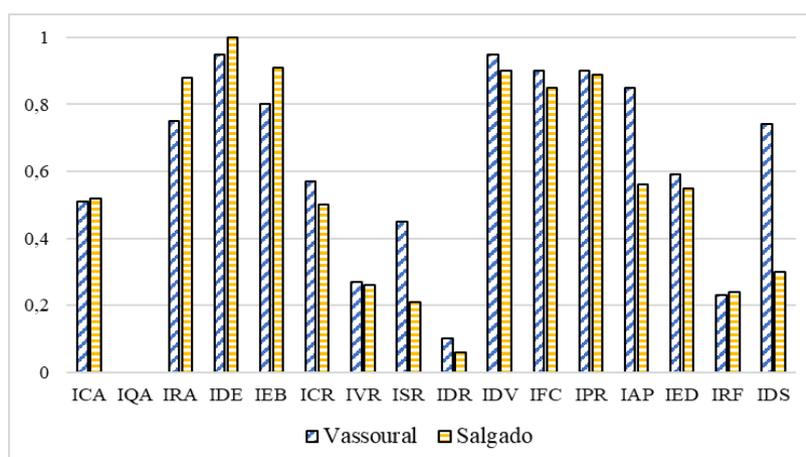
Os resultados são apresentados a partir dos subindicadores em conjunto com as discussões relativas de cada item. As informações obtidas subsidiaram o cálculo do Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros – ISAB. Os valores dos indicadores de segunda ordem dos bairros estão descritos na Tabela 2, onde observa-se que as condições avaliadas são semelhantes, salvo aqueles referentes aos índices de separação de resíduos (ISR), de animais peçonhentos (IAP) e de desemprego (IDS) (Gráfico 4). As avaliações por bairro serão descritas nos tópicos subsequentes.

Tabela 2 – Valores dos indicadores de segunda ordem.

Bairro	ICA	IQA	IRA	IDE	IEB	ICR	IVR	ISR	IDR	IDV	IFC	IPR	IAP	IED	IRF	IDS
Vassoural	0,51	0	0,75	0,95	0,80	0,57	0,27	0,45	0,10	0,95	0,90	0,90	0,85	0,59	0,23	0,75
Salgado	0,52	0	0,76	1,00	0,91	0,50	0,26	0,21	0,06	0,90	0,85	0,89	0,56	0,55	0,32	0,66

Fonte: Autor (2018).

Gráfico 4 - Resultados dos subindicadores.



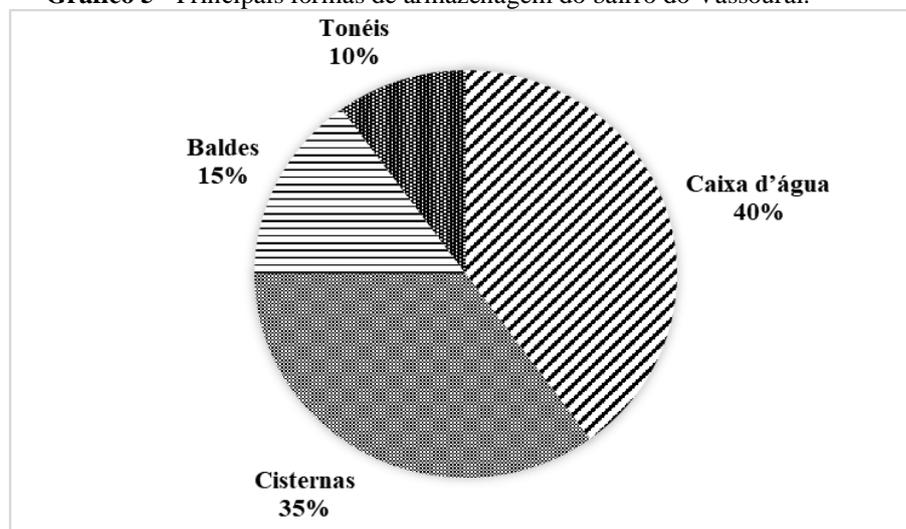
Fonte: Autor (2018).

5.1 Indicador de Abastecimento de Água (IAB)

As duas comunidades apresentaram índices de cobertura de abastecimento de água similares. Os valores baixos para o ICA se devem ao fato de a região passar por um rodízio no sistema de distribuição de água, 95% das casas visitadas no bairro do Vassoural recebem a água da companhia de saneamento uma vez, ou duas por mês e 5% não recebem. Destas, 75% reaproveitam a água de banho/lavagem para outras finalidades (IRA = 0,75). 40% das residências armazenam a água em caixa d'água, 35% em cisternas, 15% em baldes e 10% em tonéis (Gráfico 5). A principal fonte da água para beber/cozinhar são os carros que

comercializam água através de caminhões com tanques (60%). 75% dos entrevistados afirmaram que não recebem informações sobre a qualidade da água que chega nas residências.

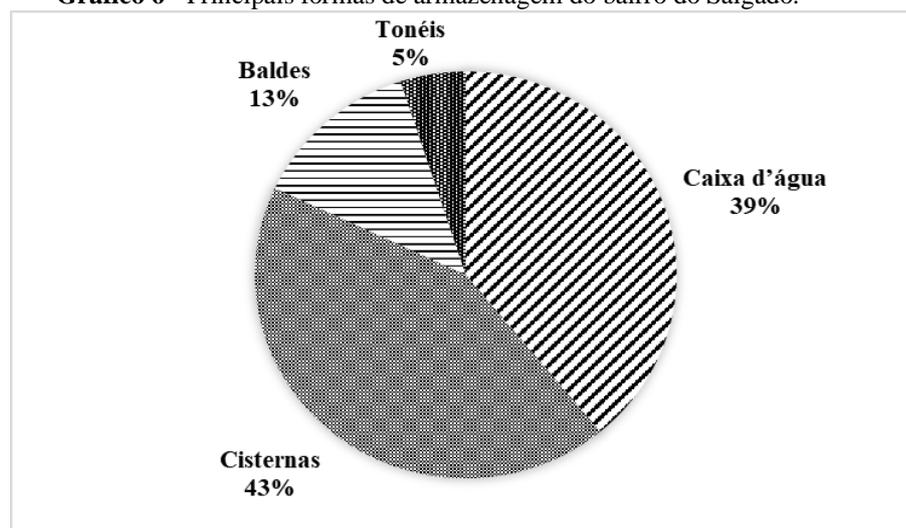
Gráfico 5 - Principais formas de armazenagem do bairro do Vassoural.



Fonte: Autor (2018).

A diferença entre os bairros se dá em função de que no Salgado 95% das residências recebem água da companhia de saneamento, 4% recebem água sempre e 1% não recebem. 76% dos domicílios reaproveitam a água de banho ($IRA = 0,76$), 39% armazenam a água em caixa d'água, 43% em cisternas, 13% em baldes e 5% em tonéis (Gráfico 6). Quanto ao uso da água para beber/cozinhar, 50% afirmaram que utilizam carros que comercializam água, 43% garrações lacrados, 5% a água da concessionária e 2% poço artesanal.

Gráfico 6 - Principais formas de armazenagem do bairro do Salgado.



Fonte: Autor (2018).

Para o cálculo do subindicador de qualidade de água (IQA), foram feitas análises laboratoriais. A Tabela 3 apresenta os valores médios de concentração dos parâmetros

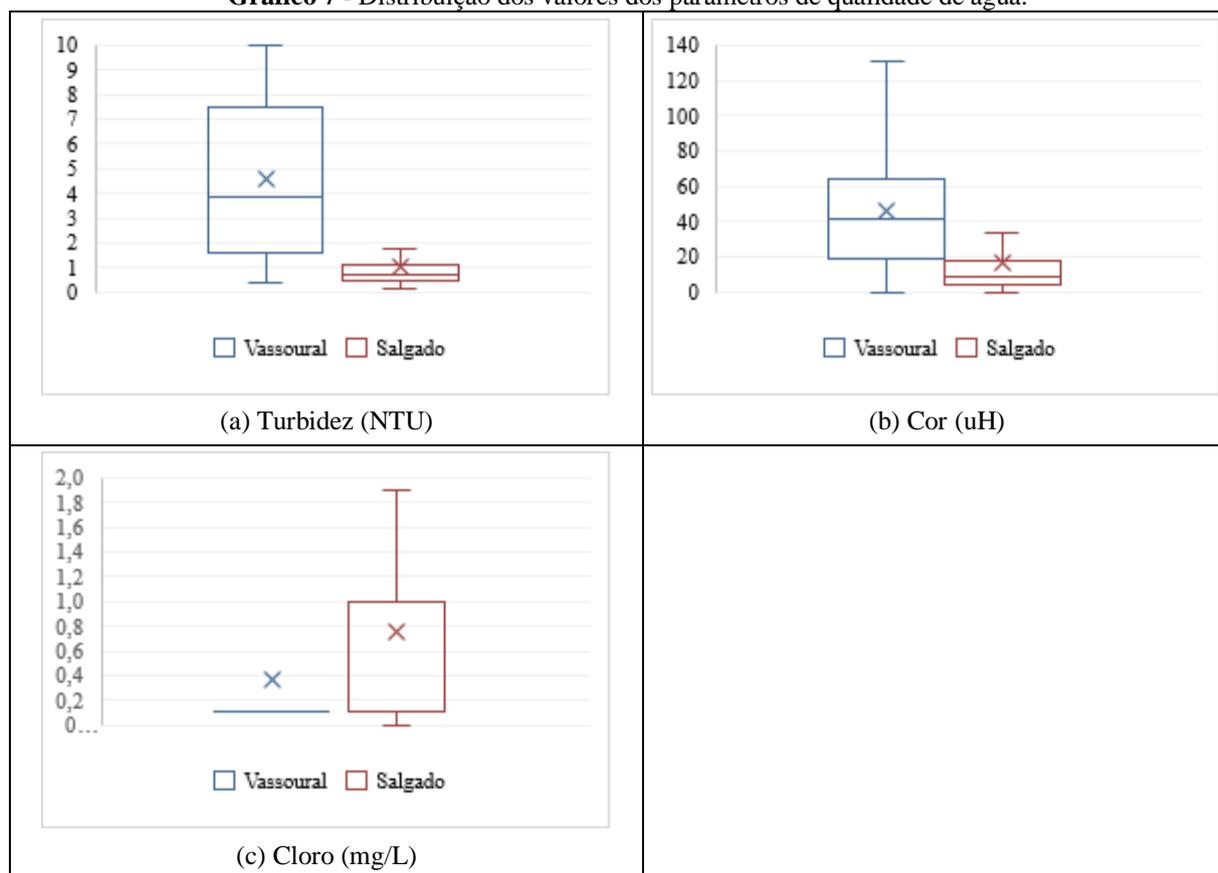
Turbidez, Cor e Cloro dos bairros Salgado e Vassoural. Os resultados demonstraram a precariedade da qualidade usada pelos moradores, com os três parâmetros do estudo, obtendo valores abaixo das referências estabelecidos na Portaria de consolidação 5/2017. Contudo, o bairro do Salgado apresenta um índice um pouco maior, de Cloro devido a um dos dias de coleta das amostras, coincidir com o calendário de abastecimento no bairro. Na Figura 16 são apresentados gráficos *boxplots* para representarem a distribuição dos dados observados.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água dos bairros Salgado e Vassoural, Caruaru (PE).

Parâmetro	Salgado	Vassoural	Referência da Portaria de consolidação n. 5/2017
Turbidez (NTU)	1,06	4,61	0,5
Cor (uH)	16,55	45,45	15,0
Cloro (mg/l)	0,76	0,36	0,5

Fonte: Autor (2018).

Gráfico 7 - Distribuição dos valores dos parâmetros de qualidade de água.

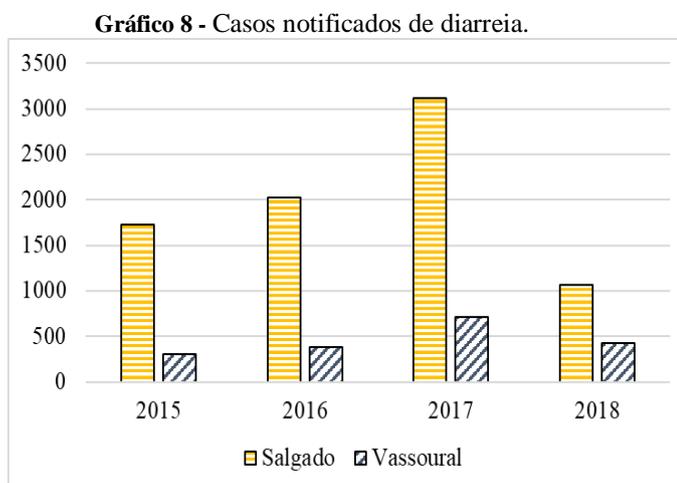


Fonte: Autor (2018).

A partir das análises realizadas em laboratório, foi verificado no bairro do Vassoural, 40% das amostras apresentaram coliformes termotolerantes, com uma média de 55,3 NMP e desvio padrão de 167, 22 NMP. No bairro do Salgado esse percentual foi de 33%, com média

de 38,85 NMP e desvio padrão de 146,83 NMP. Foi notado também que em 70% dos domicílios no Vassoural apresentam coliformes totais, enquanto no Salgado foram 57%. O que justifica a pontuação de zero para o IQA, pois a Portaria de consolidação n. 5/2017 em seu Anexo XX, MS 2.914/2011 estabelece ausência de coliformes totais e termotolerantes.

Os poços encontrados nos domicílios que são utilizados para beber/cozinhar no bairro do Salgado apresentaram 30 NMP e 53 NMP respectivamente de coliformes termotolerantes, o que representa que essas amostras não estão aptas para o consumo humano, o que pode causar diarreia aguda. Foram verificados os dados de casos notificados de diarreia (BRASIL, 2018b) e constatou-se um aumento ao longo dos anos (Gráfico 7). Os maiores valores são encontrados no ano de 2017, onde o Salgado registrou 3.117 casos e o Vassoural 712 casos. Os dados de 2018 estão compreendidos até o momento da visita a unidade. Quando os dados são comparados com todos os casos notificados na cidade, o bairro do Salgado corresponde a mais de 15% entre os anos de 2015 a 2017. No mesmo período, o Vassoural apresentou índices acima de 3% em comparação com os demais bairros. As demais doenças ligadas à qualidade de água, não foram relevantes ao estudo, a saber: Hepatite A teve apenas um caso notificado no ano de 2015, e casos de cólera e esquistossomose não foram registrados.



Fonte: BRASIL (2018b).

5.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)

Para o cálculo do indicador proposto foi levado em consideração se a residência é ligada à rede pública de esgoto e se possui fossa/sumidouro. No Vassoural, 60% das casas visitadas são ligadas à rede de esgoto e além de serem ligadas, 70% possuem fossa/sumidouro, e do total de casas visitadas, 20% dos domicílios contam com a presença de esgoto a céu aberto

(Fotografia 7). Em determinados trechos do bairro é possível notar grande diferença nas condições sanitárias em quadras vizinhas: de um lado condições salubres e do outro, condições insalubres.

Fotografia 7 - Presença de esgoto a céu aberto no bairro do Vassoural.



Fonte: Autor (2018).

O bairro do Salgado apresentou 95% das casas ligadas à rede e destas, 10% afirmaram que possuem fossa/sumidouro, tendo o subindicador IDE igual a 1. Contudo, foi constatado que em determinados trechos há presença de esgoto a céu aberto (9%) (Fotografia 8), o que representa o IEB = 0,91.

Fotografia 8 - Presença de esgoto a céu aberto no bairro do Salgado.



Fonte: Autor (2018).

5.3 Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)

O sistema de coleta de resíduos nos dois bairros em grande maioria possui frequência de coleta semanal. O Vassoural possui 80% das casas que são atendidas e o Salgado 99% dos casos. Foi notado que mesmo com a frequência semanal da coleta dos resíduos, a população possui o hábito de dispor os resíduos na hora em que o carro coletor está próximo, a fim de se evitar que animais mexam nas sacolas ou mesmo pessoas que catam os resíduos recicláveis para comercializar, por isso no Vassoural (85%) e Salgado (82%) não há presença de resíduos

próximos as residências, embora, 85% dos domicílios do Vassoural deixam seus resíduos no chão e no Salgado esse percentual é de 94%. Os resíduos que foram notados são provenientes de reformas caracterizados como Resíduos de Construção Civil - RCC, ou encontrados em terrenos sem ocupação.

A varrição das ruas é insatisfatória, pois no bairro do Vassoural em 55% das ruas onde as casas estão localizadas raramente o serviço é executado, no Salgado, corresponde a 40%. O serviço nunca é executado em 30% e 31% das ruas do Vassoural e Salgado, respectivamente. Relatos dos próprios moradores indicam que são responsáveis pela varrição das calçadas. Foi notada a presença de locais com terrenos baldios e ausência de varrição e capinação (Fotografia 9) que, segundo Martinez, Rojas & Valdés (2003), são um dos fatores para a vulnerabilidade de transmissão para o vírus da Dengue.

O levantamento de dados para a determinação do IRS aponta para a necessidade da implementação de programas de permanentes de educação ambiental que busquem a conscientização da população através de encontros que podem ser realizados, por exemplo, em escolas e associações de moradores. Estabelecer parceria com associações de catadores de resíduos, para incentivar a reciclagem, e a implantação de Pontos de Entrega Voluntária para que a população acondicione os resíduos de forma segura, evitando assim a proliferação de animais que possam trazer riscos à saúde, são ações recomendadas para aumentar a qualidade de vida da população e incentivar o uso sustentável de produtos. O aumento na frequência de varrição das ruas, a fim de evitar a proliferação do mosquito transmissor de arboviroses e de animais peçonhentos, também é indicado.

Fotografia 9 - Ausência de varrição e capinação no bairro do Salgado.



Fonte: Autor (2018).

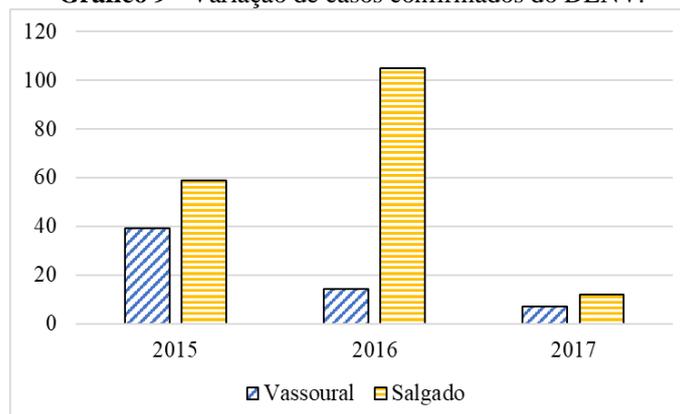
5.4 Indicador de Controle de Vetores (ICV)

No bairro do Salgado, oito residências (10%) informaram que houve casos confirmados de Dengue entre 15 familiares. 15% afirmaram que no período dos últimos seis meses 24 familiares contraíram *Chikungunya*. 12% dos locais visitados demonstram água parada. No Vassoural apenas uma residência reportou um caso (5%) confirmado de Dengue e duas casas com dois casos de *Chikungunya* (10%). Em 10% dos locais há presença de água parada próxima da residência.

Os índices de infecção nos últimos 6 meses dos bairros, quando analisados através do LIRAA¹, apontam que a maior proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* ocorre nos bairros Salgado e Vassoural. Esses bairros estão na faixa de alto risco de surto quando analisado o período compreendido entre 2015 e 2017. Observou-se, também, um elevado número de reservatórios domiciliares: 40% das casas no Vassoural armazenam água em caixas d'água e 43% utilizam cisternas no Salgado. Essa estratégia é utilizada para contornar a falta de abastecimento contínuo, o que, segundo FIOCRUZ (2016), contribui para a proliferação do mosquito vetor das doenças analisadas. Da Costa Resendes *et al.* (2010) afirmam que a associação entre o risco de transmissão da Dengue e as condições sociais requerem atenção quando se é analisado o município em conjunto com outras variáveis como: grau de imunidade da população, efetividade das medidas de controle, grau de infestação pelo vetor, hábitos e comportamentos da população.

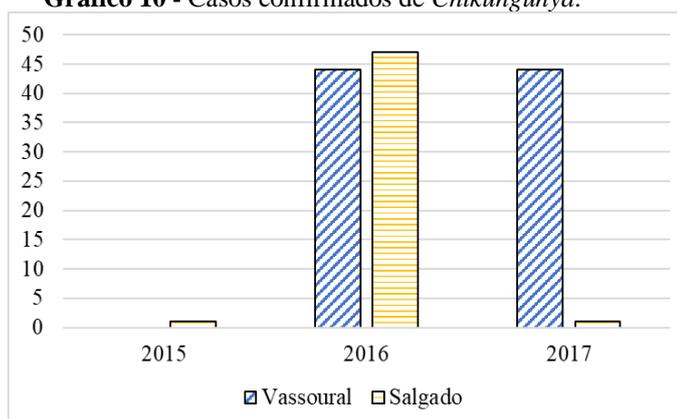
Os maiores índices de casos confirmados pelo vírus da Dengue (DENV) foram registrados no bairro do Salgado. Devido ao maior quantitativo de moradores, houve um crescimento de 59 casos para 105 no período de 2015 a 2016 e uma redução para 12 casos em 2017. No período de 2015 e 2016 o bairro do Vassoural registrou uma queda, de 39 casos para 14 e em 2017 passou para 7 casos confirmados (Gráfico 8). A queda no número de casos também foi verificada em Pernambuco entre os anos de 2016 (57.259 casos) e 2017 (7.431 casos) (MS, 2017). De Oliveira *et al.* (2018) aponta que uma vez que o indivíduo é contaminado de forma primária pelo vírus da dengue, ele ficará imune a longo prazo contra o mesmo sorotipo. O que sugere a diminuição entre os anos de 2016 e 2017.

¹ Manual do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA, que procura identificar os criadouros predominantes e a situação de infestação do município. O município estudado é dividido em grupos de 9 mil a 12 mil imóveis com características semelhantes, os imóveis na área urbana são inspecionados em conjunto com terrenos baldios. Em cada grupo, também chamado estrato, são pesquisados 450 imóveis. Os estratos com índices de infestação inferiores a 1% estão em condições de baixo risco. De 1% a 3,9%, estão em situação de médio risco e superior a 4%, há alto risco de surto das doenças causadas pelo *Aedes Aegypti*.

Gráfico 9 - Variação de casos confirmados do DENV.

Fonte: BRASIL (2018a).

Os primeiros registros do vírus da *Chikungunya* na cidade de Caruaru foram no ano de 2015. No período do levantamento dos dados, os bairros registraram aumentos consideráveis nos índices da doença nos anos de 2015 e 2016, fato este que evidencia que em diversos estados da região Nordeste apresentaram surtos de febre de *Chikungunya*, que demonstra o crescimento no ano de 2016 (277.882 casos prováveis) e em 2015, 20.901 casos no país (MS, 2017). O Salgado registrou 47 casos e o Vassoural 44 (Gráfico 9). Até o presente momento da pesquisa, houve informações a respeito de um caso confirmado no bairro do Salgado em 2017, e o mesmo número (44) de casos no Vassoural. Segundo o MS (2017) na região de Pernambuco houve uma queda entre os anos de 2016 (48.302 casos) para 1.804 casos no ano de 2017.

Gráfico 10 - Casos confirmados de *Chikungunya*.

Fonte: BRASIL (2018a).

A comparação dos resultados da aplicação dos questionários e os casos confirmados através da secretaria de saúde do município demonstra que há uma diferença entre o entendimento da população e a confirmação efetiva pelo órgão de saúde. Por exemplo, no ano de 2017, houve 800 casos notificados de Dengue na cidade de Caruaru, porém confirmados

apenas 148. Já a *Chikungunya*, foram notificados 399 casos, dos quais somente 180 foram confirmados.

De oliveira *et al.* (2018) afirmam que a partir de 2014 os dados epidemiológicos das doenças do vírus da dengue e *Chikungunya* são de difícil interpretação, pois o vírus da *Chikungunya* não foi incluído no sistema de notificação universal e outro fato é apresentar características clínicas na fase aguda semelhantes.

Silva *et al.* (2017) realizaram o estudo da correlação entre o índice de salubridade ambiental e índices de doenças veiculadas à qualidade de água e saneamento. A comparação foi realizada entre os índices de primeira ordem (IAB, IES, ICR e IDU) obtidos em 18 bairros da área urbana de Maceió-AL. Através do estudo, os autores concluíram que os maiores índices foram: Dengue, Hepatites e Leptospirose. Contudo, quando foi realizada a correlação direta entre o ISA e as doenças, os resultados não foram satisfatórios devido ao cruzamento dos dados entre as informações de saúde (por bairro) e a prestação dos serviços de saneamento básico (por setor censitário). Os autores destacaram a possibilidade de três possíveis causas para a baixa correlação: não haver correlação entre o ISA e as doenças; a resolução espacial ser determinante na correlação e o conflito entre a obtenção dos dados através dos bairros e o censo; ou os indicadores não serem satisfatórios para representar a realidade da região estudada.

Após a análise de outros vetores de doenças, identificou-se que 40% dos entrevistados do bairro do Vassoural possuem animais domésticos. 45% afirmaram que há presença de ratos, 90% de baratas e apenas 15% de animais peçonhentos (cobras, escorpião e etc.), o Salgado, 52% dos domicílios não criam animais domésticos, 47% afirmam que há presença de ratos, 64% de baratas e 24% de animais peçonhentos.

5.5 Indicador Socioeconômico (ISE)

Quando analisados os aspectos sociais, foram levados em consideração o nível de escolaridade, renda familiar, adultos desempregados e a quantidade de moradores na residência. 50% dos entrevistados no bairro do Salgado possuem ensino fundamental, em seguida 23% ensino médio completo, apenas um entrevistado afirmou possuir ensino superior. No Vassoural houve a mesma quantidade de entrevistados com ensino fundamental e médio (35%), não havendo quem possuísse ensino superior entre os entrevistados. Em relação à renda per capita, o Salgado apresenta o valor médio de R\$ 525,00, enquanto o Vassoural R\$ 507,00 por mês. Em relação aos adultos desempregados, no bairro do Vassoural

45% dos entrevistados afirmaram que há um adulto sem trabalhar e em 50% dos domicílios não há nenhuma pessoa desempregada. No Salgado, 44% disseram que apenas uma pessoa está desempregada e 46% nenhuma pessoa. No quesito quantidade de moradores, os dois bairros apresentaram os maiores índices, com as residências possuindo acima de dois moradores: Salgado (68%) e Vassoural (55%).

5.6 Resultados do ISAB

Os dois bairros avaliados foram categorizados como de média salubridade, de acordo com a faixa estabelecida por Dias (2003), sendo o bairro do Vassoural apresentando um ISAB de 0,577 e o Salgado 0,554 (Tabela 5). As pontuações dos índices de segunda ordem estão descritas na Tabela 4 e os índices de primeira ordem que compõem o ISAB são descritos nas Tabelas 6 e 7. Quando realizada a análise individual dos indicativos de primeira ordem, percebe-se que os dois bairros foram classificados com baixa salubridade nos índices de abastecimento de água e resíduos sólidos, que demonstram o déficit nos serviços ofertados aos moradores.

Tabela 4 - Valores dos indicadores de segunda ordem.

Bairro	ICA	IQA	IRA	IDE	IEB	ICR	IVR	ISR	IDR	IDV	IFC	IPR	IAP	IED	IRF	IDS
Vassoural	0,51	0	0,75	0,95	0,80	0,57	0,27	0,45	0,10	0,95	0,90	0,90	0,85	0,59	0,23	0,75
Salgado	0,52	0	0,76	1,00	0,91	0,50	0,26	0,21	0,06	0,90	0,85	0,89	0,56	0,55	0,32	0,66

Fonte: Autor (2018).

Tabela 5 - Resultados do ISAB.

Bairro	Pontuação	Nível de salubridade
Vassoural	0,577	Média salubridade
Salgado	0,554	Média salubridade

Fonte: Autor (2018).

Tabela 6 – Pontuação individual para cada indicador do bairro Vassoural.

Índices	Pontuação	Salubridade
Indicador de Abastecimento de Água (IAB)	0,42	Baixa salubridade
Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)	0,88	Salubre
Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)	0,35	Baixa salubridade
Indicador de Controle de Vetores (ICV)	0,90	Salubre
Indicador Socioeconômico (ISE)	0,52	Média salubridade

Fonte: Autor (2018).

Tabela 7 – Pontuação individual para cada indicador do bairro do Salgado.

Índices	Pontuação	Salubridade
Indicador de Abastecimento de Água (IAB)	0,47	Baixa salubridade
Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)	0,96	Salubre
Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)	0,26	Baixa salubridade
Indicador de Controle de Vetores (ICV)	0,80	Salubre
Indicador Socioeconômico (ISE)	0,51	Média salubridade

Fonte: Autor (2018).

O índice de qualidade de água (IQA), cuja pontuação foi zero para ambos os bairros, é um dos itens que demonstram urgência de intervenções do setor público, pois afeta diretamente a população. Os resultados do IQA refletem o número expressivo de casos confirmados de diarreia ao longo do período de 2015 a 2017, o que sugerem uma tendência de crescimento em ambos os bairros.

No indicador de resíduos sólidos (IRS), os índices de varrição da rua (IVR) e de disposição de resíduos (IDR) apresentaram características de baixa salubridade. No bairro do Salgado, o índice de separação de resíduos (ISR) apresentou uma pontuação de 0,21, enquanto o Vassoural 0,45; o que demonstra que os entrevistados realizam a separação nos domicílios, mesmo o poder público não realizando a coleta seletiva na cidade, o atendimento de coleta dos resíduos se mantém satisfatório.

O indicador de controle de vetores para ambos os bairros se apresentou como salubre, pois os questionários se referiram ao adoecimento nos últimos seis meses. Com relação às condições socioeconômicas, observou-se baixo grau de instrução dos entrevistados e, em especial, renda per capita abaixo de um salário mínimo, o que refletem corretamente a baixa pontuação do índice ISE.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente pesquisa desenvolveu o indicador ISAB, a partir do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA proposto pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN, 1999), para a avaliação de dois bairros da cidade de Caruaru-PE.

O ISAB apresentou resultados satisfatórios e refletiu a realidade dos bairros avaliados. Este se apresenta como uma ferramenta de gestão eficiente para a tomada de decisões dos gestores públicos, pois estabelece critérios técnicos para a priorização de setores com piores condições ambientais e de moradia. Além disso, o ISAB é um instrumento eficiente para o planejamento e gestão das ações estruturais e não estruturais de saneamento ambiental na malha urbana. Logo, políticas públicas integradas podem ser formuladas a partir dos fatores identificados como insalubres dos indicadores do estudo, portanto, espera-se que este indicador possa ser adotado na avaliação de salubridade ambiental de bairros de qualquer cidade brasileira, pois a determinação dos subindicadores é baseada somente em entrevistas, e na análise laboratorial da cor, turbidez e concentração de cloro da água.

Com base nas informações obtidas *in loco* e de análises de qualidade da água, foi constatado que os bairros Salgado e Vassoural apresentam características de média salubridade. Os resultados demonstraram que os indicadores de abastecimento de água, de resíduos sólidos e socioeconômicos necessitam de uma maior atenção e prioridade das políticas públicas. Sugere-se a adoção, principalmente, de ações direcionadas ao melhoramento do abastecimento de água, no que concerne à quantidade e qualidade da água disponível à população. Ressalta-se que a qualidade da água consumida é baixa porque a população utiliza fontes alternativas para consumo. Cabe ressaltar o papel das instituições da sociedade civil de forma a mudar o cenário descrito pela pesquisa, através da conscientização da população através de práticas como a reciclagem, reuso de água, etc. Atuar também sobre os fatores que provocam a insalubridade ambiental que foram identificados ao término do estudo e que possam adotar efetivamente a implementação de políticas públicas socioambientais urbanas.

Como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se:

- a) Aplicar o indicador ISAB em todos os bairros de Caruaru, visando à identificação dos setores mais críticos;
- b) Aplicar técnicas de tomada de decisão que visem a escolha dos indicadores que necessitem de priorização; e

- c) Integrar o indicador ISAB em um sistema de apoio à decisão espacial para facilitar o gerenciamento de ações em toda a malha urbana.

REFERÊNCIAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Aos 10 anos da Lei do saneamento básico, Brasil ainda apresenta condições lamentáveis, mostra estudo da ABES.** Disponível em: <http://abes-dn.org.br/?p=7010>. Acesso em: 03 abr. 2018, 2018.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5426:1985. **Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por atributos.** Rio de Janeiro.

_____. NBR 5427:1985. **Guia para a utilização da norma NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por atributos.** Rio de Janeiro.

ALBUQUERQUE, M. M.; DALTRO FILHO, J. **Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) como ferramenta de análise da salubridade do ambiente da Comunidade Saramém-Brejo Grande/SE.** Revista Scientia Plena, v. 11, n. 11, 2015.

ALMEIDA, M. A. B. de. **Qualidade de vida: definição, conceitos e interfaces com outras áreas de pesquisa.** Marcos Antonio Bettine de Almeida, Gustavo Luis Gutierrez, Renato Marques: prefácio do professor Luiz Gonzaga Godoi Trigo. – São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH/USP, 142 p., 2012.

ALMEIDA, M. A. P. **Indicadores de Salubridade Ambiental em favelas urbanizadas: O caso de favelas em áreas de proteção ambiental.** 243f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1999.

APHA. **Standard Methods for examination of water and wastewater.** 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 1360 p. ISBN 978-087553-013-0, 2012.

BAIN, R.; CRONK, R.; HOSSAIN, R.; BONJOUR, S.; ONDA, K.; WRIGHT, J. YANG. H; SLAYMAKER, T.; HUNTER, P.; PRÜSS-USTÜN, A.; BARTRAM, J. **Global assessment of exposure to fecal contamination through drinking water based on a systematic review.** Magazine Tropical Medicine & International Health, 917-927 p., 2014.

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. **O modelo ISA/JP – indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano.** Engenharia Sanitária e Ambiental, n .11. Rio de Janeiro, 2006.

BELIZÁRIO, F. (org.). **Reflexão e práticas em educação ambiental: Discutindo o consumo e a geração de resíduos.** São Paulo: Oficina de textos, 2012.

BELLEN, H. M. V. **Desenvolvimento Sustentável: Uma descrição das principais ferramentas de avaliação.** Revista Ambiente e Sociedade, 67-87 p., 2004.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007 de 5 de janeiro de 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário oficial da união de 08/01/2007, P. 3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 20 de jan. 2018, 2007.

_____. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5 de 29 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre a saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2017.

_____. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Município de Caruaru.** Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/caruaru_pe >. Acesso em: 06. Fev. 2017, 2017(a).

_____. Prefeitura Municipal de Caruaru. Secretaria da Fazenda. **Relatório quantitativo de imóveis por bairro**, 2017(b).

_____. Prefeitura Municipal de Caruaru. Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde. **Relatório do número de casos confirmados de Dengue, Febre Chikungunya e Leptospirose**, 2018(a).

_____. Prefeitura Municipal de Caruaru. Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde. **Relatório do número de casos confirmados de diarreia**, 2018(b).

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. **Construindo indicadores de sustentabilidade.** Revista Eletrônica FEE. v. 37, n. 1, 14 p., 2009.

CONESAN. CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO. **Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento e Obras. Manual de Salubridade Ambiental – ISA.** São Paulo, 37 p., 1999.

COSTA, R. de V. F. da. **Desenvolvimento do índice de salubridade ambiental (ISA) para comunidades rurais e sua aplicação e análise nas comunidades de Ouro Branco-MG.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Caruaru, estado de Pernambuco.** Org. João de Castro Mascarenha. Recife: CPRM/PR, 2005.

CUNHA, T. B. **Análise Integrada da Salubridade Ambiental e Condições de Moradia: Aplicação no Município de Itaguaçu da Bahia.** Dissertação de Mestrado. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2012.

CUNHA, T. B.; SILVA, T. C. **Indicadores como suporte para gestão na sub-bacia hidrográfica do rio verde.** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 36, v. especial, 228-240 p., 2014.

DA COSTA RESENDES, A. P.; PRADO, R. da S. N. A.; CHAGASTELLES SABROZA, P.; SOUZA-SANTOS, R. **Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da Dengue** *Revista de Saúde Pública*. v. 44, n. 2, p. 274-282. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DANIAU, C.; DOR, F.; EILSTEIN, D.; LEFRANC, A.; EMPEREUR-BISSONNET, P.; DAB, W. **Étude de la santé déclarée par les personnes riveraines de sources locales de pollution environnementale: une revue de la littérature. Première partie: les indicateurs de santé déclarée.** *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, v. 61, n. 4, 375–387 p., 2013.

DE OLIVEIRA, W. K.; DE FRANÇA, G. V. A.; CARMO, E. H.; DUNCAN, B. B.; DE SOUZA KUCHENBECKER, R.; SCHMIDT, M. I. **Infection-related microcephaly after**

the 2015 and 2016 Zika virus outbreaks in Brazil: a surveillance-based analysis. *The Lancet*, v. 390, n. 10097, 861-870 p., 2017.

DE OLIVEIRA, T. M.; DE ALMEIDA CAMARGO, F.; RODRIGUES, D. S.; DOS SANTOS, F. L. P.; FERREIRA, C. P., & DE ARRUDA MANCERA, P. F. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 2, 2018.

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

EPI. Environmental Performance Index. **2018 Environmental Performance Index. Global metrics for the Environmental: Ranking country performance on high-priority Environmental issues.** Yale Center for Environmental Law & Policy, Yale University, Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, 2018.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Conheça o comportamento do mosquito Aedes aegypti e entenda a razão que leva este pequeno inseto a ser taxado desta forma.** Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/quais-os-principais-criadouros-do-mosquito-aedes-aegypti>. Acesso: 23 de julho de 2018, 2016.

GONÇALVES, A.; VILARTA, R. **Qualidade de Vida: identidades e indicadores.** *Revista Qualidade de Vida e Atividade Física: Explorando Teorias e Práticas*. Barueri: Manole, 03-25 p., 2004.

GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. **Global change and the ecology of cities.** *Science*, n. 319, 756-760 p., 2008.

GUIJT, I.; MOISEEV, A. **Resource Kit for Sustainability Assessment**, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Part A x + 83 p., Part B viii + 172 p., Part C iv + 92 p. Disponível em: http://cmsdata.iucn.org/downloads/resource_kit_a_eng.pdf. Acesso: 30. Jan. 2018, 2001.

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

GUIMARÃES, R. P. **Aterrizando una Cometa: indicadores territoriales de sustentabilidad.** Santiago do Chile: CEPAL/ILPES. (Serie Investigación, Documento 18/98, LC/IP/G.120), 1998.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. **Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade.** *Ambiente & Sociedade*, 307-323 p., 2009.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário.** Série Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, n. 1. Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYAN, D.; WOODWARD, R. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on**

environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, D. C.: World Resources Institute, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352 p. – (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450; n. 10), 2015.

_____. **Censo demográfico: Cidades 2010.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=260410>. Acesso em: 21. Outubro. 2017.

IDEXX. **Colilert test kit.** idexx laboratories, Inc., One IDEXX Drive, Maine 04092 USA. Disponível em: https://idexxcom-live-b02da1e51e754c9cb292133b-9c56c33.aldryn-media.com/filer_public/d5/f8/d5f81805-8ceb-4893-b0b7-28b95db8ffab/colilert-procedure-en.pdf. Acesso: 18 Maio, 2018.

IHME. Institute for Health Metrics and Evaluation. **GBD Compare Data Visualization. Seattle, WA: IHME.** University of Washington, 2017. Disponível em: <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>. Acesso: 24. Jan. 2018, 2017.

KJELLSTRÖM, T.; CORVALÁN, C. **Framework for the development of environmental health indicators. World health statistics quarterly.** Rapport trimestriel de statistiques sanitaires mondiales, v. 48, n. 2, 144-154 p., 1995.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J., A. S. do. COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. **Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade.** Revista Sociedade e Natureza, 20 p., 2008.

LIMA, A. M.; BETHONICO, M. B. B; VITAL, M. J. S. **Água e doenças relacionadas à água em comunidades da bacia hidrográfica do rio Uraricoera – terra indígena yanomami – Roraima. Hygeia.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 14, 136-155 p., 2018.

LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, T. C.; CÂNDIDO, G. A. **Gestão adaptativa e sustentável para a restauração de rios: Parte II – O tema desenho do programa de capacitação social.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 15 n. 1, 2010.

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

MALECKI, K. C.; RESNICK, B.; BURKE, T. A. **Effective Environmental Public Health Surveillance Programs.** Journal of Public Health Management and Practice, v. 14 n. 6, 543-551 p., 2008.

MARTINEZ, T. T. P.; ROJAS, L. I.; VALDÉS, L. S. **Vulnerabilidad espacial al Dengue: Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de La Habana.** Revista Cubana de Salud Pública, Havana, v. 29, n. 4, 2003.

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

MASON, K.; LINDBERG, K.; READ, D.; BORMAN, B. **The Importance of Using Public Health Impact Criteria to Develop Environmental Health Indicators: The Example of the Indoor Environment in New Zealand.** International journal of environmental research and public health, v. 15, n. 8, 1786 p., 2018.

MENDONÇA, M. H. M.; ROSENO, S. A. M.; CACHOEIRA, T. R. L.; SILVA, Á. F. S.; JÁCOME, P. R. L. D. A.; JÚNIOR, J.; & TAVARES, A. **Bacteriological analysis of drinking water sold by water tank trucks.** Revista Ambiente & Água, v. 12, n. 3, 468-475 p., 2017.

MENEZES, G. O. **Aplicação do índice de salubridade ambiental em comunidades carentes e sua comparação com comunidades padrão: instrumento para planos de gestão municipal.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2007.

MINAYO, M. C. S.; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M. **Qualidade de Vida e saúde: Um debate necessário.** Revista Ciência & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 7-18 p., 2000.

MS. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico – Monitoramento dos casos de dengue, febre Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica 33,** v. 48, n. 27, 2017.

MONTENEGRO, M. H. F.; AROEIRA, R. D. M.; KNAUER, S. M. M.; TORRES, J. E.; BEGGIATO, E. S. G.; AGUIAR, A. M. S.; ARAUJO, F. P. **ISA/BH: Uma proposta de diretrizes para construção de um índice municipal de salubridade ambiental.** In Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2001.

NASCIMENTO, M. O. T.; FIGUEIRA, H. J. A.; SILVA, T. C. **Metodologia para priorização de ações em aglomerados subnormais considerando os riscos de deslizamentos e inundações e as condições de moradia.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 1, 39-46 p., 2013.

NG, K. L.; OBBARD, J. P. **Strategic environmental assessment in Hong Kong.** Environment International, v. 31, n. 4, 483-492 p., 2005.

OCDE. Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Rumo a um desenvolvimento sustentável: Indicadores ambientais.** Tradução Ana Maria Teles, Salvador (Centro de Recursos Ambientais); Série Cadernos de referência ambiental; v. 9, 244 p., 2002.

ONDA, K.; LOBUGLIO, J.; BARTRAM, J. **Global access to safe water: Accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 9, n. 3, 880-894 p., 2012.

Organização das Nações Unidas – ONU. Department of Economic and Social Affairs. **Indicators of sustainable development guidelines and methodologies.** [S. l.]. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>. Acesso em: 4 Feb. de 2018. 2001.

PEDROSA, R. N. **Avaliação pós-ocupação sob aspecto do saneamento ambiental em área de interesse social urbanizada no município de Campina Grande**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2014.

PNUD. **Human development report 1990**. United Nations Development Programme (UNDP). New York. Oxford University Press. Disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/219/hdr_1990_en_complete_nostats.pdf. Acesso: 11. Set. 2018, 1990.

_____. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. – Brasília: IPEA, FJP, 96 p. – (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013), 2013.

REIS, A. L.; DE LIMA, E. R. V.; DE ANDRADE, M. O.; REIS, C. M. M. **Avaliação do desempenho do Índice de Sustentabilidade pelo Dashboard Sustainability nas Bacias Hidrográficas dos rios Jaguaribe, Cabelo e Cuiá na cidade de João Pessoa (PB)**. Revista Gaia Scientia, v. 11, n. 2, 2017.

RIBEIRO, M. F. C.; BATISTA., M. E. M.; RIBEIRO., E. L.; SILVA, T. C. **Desempenho de sistemas de abastecimento de água e a salubridade ambiental**. In Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), 2004.

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

RODRIGUES, K. F.; RIPPEL, R. **Desenvolvimento sustentável e técnicas de mensuração**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, n. 3, 73-88 p., 2015.

SEIDL, E. M. F.; ZANNON, C. M. L. da Costa. **Qualidade de Vida e saúde: Aspectos conceituais e metodológicos**. Caderno Saúde Pública, v. 20, n. 2, 580-587 p., 2004.

SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 227 p., 2000.

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, João Pessoa. 150 p., 2006.

SILVA, S. D. A., GAMA, J. A. D. S., CALLADO, N. H., & SOUZA, V. C. B. D. **Sanitation and public health in the hydrographic basin of Reginaldo creek, Maceió, Alagoas**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

SLADDEN, T.; BEARD, J., SIMPSON, J.; LUCKIE, K. **Population health environmental indicators: ecologic monitoring of environment-related health and disease trends**. Australian and New Zealand Journal of Public Health, v. 23 n. 5, 486-493 p., 1999.

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

TEIXEIRA, D. A. **Construção e determinação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas do município de Ouro Preto, MG.** 2017. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2017.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SANTIAGO, A. F. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA): Os 17 anos da prática no Brasil.** Congresso ABES FENASAN 2017. 2017.

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

TORRES, A. **Escherichia coli diseases in Latin America – A “One Health” multidisciplinary approach.** Pathogens and Disease, v. 75, n. 2, 2017.

UN. UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.** Third Edition. UNDESA, 2007.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 25, 1-19 p., 2012.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Ecological Footprint Method.** Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

WHO. World Health Organization. **A global brief on vector-borne diseases.** Geneva: World Health Organization. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/111008/1/WHO_DCO_WHD_2014.1_eng.pdf. Acesso em 24. Jan. 2018. 2014.

_____. **Fact sheet on sanitation.** Disponível em: <http://www.who.int/topics/sanitation/en/>. Acesso: 24. Jan. 2018, 2015.

_____. **Inheriting a Sustainable World: Atlas on Children’s Health and the Environment.** Disponível em: <http://who.int/mediacentre/news/releases/2017/pollution-child-death/en/>. Acesso: 24. Jan. 2018, 2017 (a).

_____. **Children: reducing mortality.** Fact sheet no. 178. Geneva: World Health Organization. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs178/en/>. Acesso: 24. Jan. 2018, 2017 (b).

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

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Nome:								
Endereço:								
Bairro:								
1. Indicador socioeconômico (ISE)				Respostas				
1.1. Escolaridade	1= analfabeto 2= alfabetizado 3= Fundamental 4= Médio 5= Superior			1	2	3	4	5
1.2. Renda familiar	1= > salário mínimo 2= entre 1 salário e 2 salários 3= acima de 3 salários			1	2	3		
1.3. Adultos desempregados	1= nenhuma 2= uma pessoa 3= duas pessoas 4= acima de duas pessoas			1	2	3	4	
1.4. Quantidade de moradores na casa	1= uma pessoa 2= duas pessoas 3= acima de duas pessoas			1	2	3		
2. Índice de Abastecimento de Água (IAB)								
2.1. Possui água na rede	1= sempre 2= raramente (1 vez por mês, 2 ou 3) 3= nunca			1	2	3		
2.2. Forma de abastecimento	1= Companhia de saneamento 2= Poço artesanal 3= Caminhão Pipa			1	2	3		
2.3. Residência reaproveita a água?	1= sim 2= não			1	2			
2.4. A residência armazena água?	1= caixa d'água 2= cisterna 3= recipientes (tonéis) 4= baldes			1	2	3	4	
2.5. Origem da água para beber/cozinhar	1= Companhia de saneamento 2= mineral (botijões) 3= carros de abastecimento 4= poço			1	2	3	4	
2.6. Qualidade da água de consumo	1= recebe informações 2= não recebe informações			1	2			
3. Índice de Esgotamento Sanitário (IES)								
3.1. Residência ligada a rede pública de esgoto?	1= sim 2= não 3= não sabe informar			1	2	3		
3.2. Residência possui fossa/sumidouro?	1= sim 2= não 3= não sabe informar			1	2	3		
3.3. Presença de esgoto a céu aberto	1= sim 2= não			1	2			
4. Índice de Resíduos Sólidos (IRS)								
4.1. Frequência de coleta	1= diária 2= semanal 3= raro 4=nunca			1	2	3	4	
4.2. Varrição da rua	1= diária 2= semanal 3= raro 4=nunca			1	2	3	4	
4.3. Lixo próximo a residência	1= sim 2= não			1	2			
4.4. Residência realiza a separação dos resíduos?	1= sim 2= não			1	2			
4.5. Disposição do lixo para coleta	1= lixeira 2= chão 3= ponto coletivo			1	2	3		
5. Indicador de Controle de Vetores (ICV)								
5.1. Há casos confirmados de Dengue na família (6 últimos meses)?	1= sim 2= não			1	2			
5.2. (Se sim), quantos casos?	1= uma pessoa 2= duas pessoas 3= acima de duas pessoas			1	2	3		
5.3. Há casos confirmados de febre Chikungunya na família (6 últimos meses)?	1= sim 2= não			1	2			
5.4. (Se sim), quantos casos?	1= uma pessoa 2= duas pessoas 3= acima de duas pessoas			1	2	3		
5.5. Há presença de locais com água parada próximo da residência?	1= sim 2= não			1	2			
5.6. Há presença de animais domésticos?	1= sim 2= não			1	2			
5.7. Há presença de ratos	1= sim 2= não 3=raro			1	2	3		
5.8. Há presença de baratas	1= sim 2= não 3=raro			1	2	3		
5.9. Há presença de animais peçonhentos?	1= sim 2= não 3=raro			1	2	3		

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DA TABULAÇÃO DOS DADOS

Formulário de dados						
Bairro:						
1. Indicador socioeconômico (ISE)	Frequência					Total
	1	2	3	4	5	
	1.1. Escolaridade					
	1.2. Renda familiar					
	1.3. Adultos desempregados					
1.4. Quantidade de moradores na casa						
2. Índice de Abastecimento de Água (IAB)	Frequência				Total	
	1	2	3	4		
	2.1. Possui água na rede					
	2.2. Forma de abastecimento					
	2.3. Residência reaproveita a água?					
	2.4. A residência armazena água?					
	2.5. Origem da água para beber/cozinhar					
2.6. Qualidade da água de consumo						
3. Índice de Esgotamento Sanitário (IES)	Frequência			Total		
	1	2	3			
	3.1. Residência ligada a rede pública de esgoto?					
	3.2. Residência possui fossa/sumidouro?					
3.3. Presença de esgoto a céu aberto						
4. Índice de Resíduos Sólidos (IRS)	Frequência				Total	
	1	2	3	4		
	4.1. Frequência de coleta					
	4.2. Varrição da rua					
	4.3. Lixo próximo a residência					
	4.4. Residência realiza a separação dos resíduos?					
4.5. Disposição do lixo para coleta						
5. Indicador de Controle de Vetores (ICV)	Frequência			Total		
	1	2	3			
	5.1. Há casos confirmados de Dengue na família (6 últimos meses)?					
	5.2. (Se sim), quantos casos?					
	5.3. Há casos confirmados de febre Chikungunya na família (6 últimos meses)?					
	5.4. (Se sim), quantos casos?					
	5.5. Há presença de locais com água parada próximo da residência?					
	5.6. Há presença de animais domésticos?					
	5.7. Há presença de ratos					
	5.8. Há presença de baratas					
5.9. Há presença de animais peçonhentos?						

ANEXO A – INDICADORES DO CONESAN

Indicadores de 1ª ordem	Indicadores de 2ª ordem	Objetivo
Indicador de Abastecimento de Água IAB = (ICA + IQA + ISA) / 3	Cobertura (Atendimento, ICA)	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário.
	Qualidade da Água Distribuída (IQA)	Monitorar a qualidade da água fornecida.
	Saturação dos sistemas Produtores (Quantidade, ISA)	Comparar a oferta e demanda de água e programar ampliações ou novos sistemas produtores e programas de controle e redução de perdas.
Indicador de Esgotos Sanitário IES = (ICE+ ITE + ISE) / 3	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 = (ICR+ IQR + ISR) / 3	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 = ((IVD+ IVE) / 2+ IVL) / 2	Dengue (IVD)	Identificar a necessidade de programas corretivos e preventivos de redução e eliminação de vetores transmissores e/ou hospedeiros da doença
	Esquistossomose (IVE)	
	Leptospirose – (IVL)	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos.
Indicador de Recursos Hídricos IRH = (IQB+ IDM+ IFI) / 3	Água Bruta (IQB)	Qualificar a situação da água bruta (IQB) 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 Sócio Econômico ISE = (ISP+ IRF + IED) / 3	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. (IMH); – Mortalidade infantil e de idosos ligada a doenças respiratórias (IMR).
	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. (I2s); – Renda média. (IRM)
	Indicador de Educação (IED)	- Indicar a linguagem de comunicação nas campanhas de educação sanitária e ambiental através de: – Índice de nenhuma escolaridade (INE); – Índice de escolaridade até primeiro grau (IE1).

Fonte: CONESAN (1999).

ANEXO B – SUBINDICADORES DE SEGUNDA ORDEM E VALORES DE PONTUAÇÃO

Indicadores de 1ª ordem	Subindicadores de 2ª ordem	Formulação e legenda	Valores da pontuação
Indicador de Abastecimento de Água IAB	$ICA = (Dua / Dut) \times 100 (\%)$	Dua = Domicílios urbanos atendidos Dut = Domicílios urbanos totais	Cálculo direto
	$IQA = K \times (NAA / NAR) \times 100 (\%)$	K = Nº de amostras realizadas / Nº mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA; NAA = Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez numa primeira etapa e, no futuro, o total da portaria nº 518/2004 do MS; NAR = Quantidade de amostras realizadas.	IQA= 100%:100 IQA entre 95% e 99%: 80 IQA entre 85% e 94%: 60 IQA entre 70% e 84%: 40 IQA entre 50% e 69%: 20 IQA < 49%: 0
	$ISA = [\log (CP / VP (K2 / K1))] / \log (t+1)$	VP = Volume de produção necessário para atender 100% da população atual; CP = Capacidade de produção; t = Taxa de crescimento anual média da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA; K1 = perda atual; K2 = perda prevista para 5 anos.	Sistemas Integrados n >= 5: 100 5 > n >0: Interpolar n <= 0: 0 Sistemas Superficiais n >= 3: 100 3 > n >0: Interpolar n <= 0: 0 Sistemas de Poços n >= 2:100 3 > n >0: Interpolar n <=0: 0
Indicador de Esgotamento Sanitário IES	$ICE = (Due / Dut) \times 100 (\%)$	Due = Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanques sépticos Dut = Domicílios urbanos totais	ICE > 90%:100 ICE entre 90% e 75%: Interpolar ICE < 75%: 0
	$ITE = I_{ce} \times (VT / VC) \times 100 (\%)$	I _{ce} = índice de esgotos tratados; I _{ce} = índice de cobertura de esgotos; VT = Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgotos; VC = Volume coletado de esgotos; VC = 0,8 * volume consumido de água.	ITE > 81%: 100 ITE entre 81% e 45%: Interpolar ITE < 45%: 0
	$ISE = [\log (CT / VC)] / \log (1+ t)$	n = número de anos em que o sistema ficará saturado; VC = volume coletado de esgoto; CT = Capacidade de tratamento; t = taxa de crescimento anual ou médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA.	Até 50.000 hab. n >= 2:100 2 > n >0: Interpolar n <= 0: 0 de 50.000 até 200.000 hab. n >= 3:100 3 > n > 0: Interpolar n <= 0: 0 maior que 200.000 hab. n >= 5: 100 5 > n >0: Interpolar n <= 0: 0
Indicador de Resíduos Sólidos IRS	$ICR = (Duc / Dut) \times 100 (\%)$	Duc = Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo; Dut = Domicílios urbanos totais.	ICR >= 99%:100 ICR entre 98% e 95%: Interpolar ICR = < 95%: 0
	IQR	Sua pontuação é dada pelas condições do aterro de resíduos sólidos domiciliares	Cond. Inadequadas: 0 Cond. Controladas: Interpolar Cond. Adequadas: 100

Indicadores de 1ª ordem	Subindicadores de 2ª ordem	Formulação e legenda	Valores da pontuação
	$ISR = [\log (CA \times t / VL) + 1] / \log (1 + t)$	n = número de anos em que o sistema ficará saturado; VL = volume coletado de lixo; CA = Capacidade restante do aterro; t = taxa de crescimento anual ou médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA.	Até 50.000 hab. n >= 2: 100 2 > n > 0: Interpolar n <= 0: 0 de 50.000 até 200.000 hab. n >= 3: 100 3 > n > 0: Interpolar n <= 0 – 0 maior que 200.000 hab. n >= 5: 100 5 > n > 0: Interpolar n <= 0: 0
Indicador de Controle de Vetores ICV	$ICV = [(I_{vd} + I_{ve} / 2) + I_{vi}] / 2$	I _{vd} = Identificar a necessidade de programas preventivos de eliminação dos vetores (Dengue) transmissores e/ou hospedeiros da doença.	Sem infestação (12 meses): 100 Infestado (sem transmissão nos últimos 5 anos): 50 Transmissão (últimos 5 anos): 25 Ocorrência de Dengue hemorrágica: 0
		I _{ve} = Identificar a necessidade de programas preventivos de eliminação dos vetores (Esquistossomose) transmissores e/ou hospedeiros da doença.	Sem casos da doença (5 anos): 100 Incidência (anual) < 1: 50 Incidência (anual) > 1 e < 5: 25 Incidência (média dos últimos 5 anos) >= 5: 0
		I _{vi} = Indicar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos.	Munc. sem enchentes e sem caso de leptospirose (últimos 5 anos): 100 Munc. com enchentes e sem caso de leptospirose (últimos 5 anos): 50 Munc. sem enchentes e com caso de leptospirose (últimos 5 anos): 25 Munc. com enchentes e com caso de leptospirose (últimos 5 anos): 0
Indicador de Recursos Hídricos IRH	IQB	Este indicador visa incorporar o Índice de Água para Abastecimento Público (I _{AP}) e/ou o Índice de Preservação da Vida Aquática (I _{VA}), que leva em consideração parâmetros físico-químicos, bem como um indicador biológico,	Poço sem contaminação e sem necessidade de tratamento: 100 Poços sem contaminação e necessidade de tratamento: 50 Poços com risco de contaminação: 0
	IDM	Mensurar a disponibilidade dos mananciais para o abastecimento em relação à demanda	IDM > 2,0: 100 IDM entre 2,0 e 1,5: 50 IDM < 2,0: 0
	$IFI = (NAA / NAR) \times 100 (\%)$	Este indicador será desenvolvido a partir das informações do Centro de Vigilância Sanitária nas áreas com abastecimento de água de fontes alternativas como bicas, fontes, poços, etc. NAA = Quantidade de amostras consideradas potáveis relativamente à colimetria e turbidez; NAR = Quantidade de amostras realizadas. Obs.: Quando o município não tiver Fonte isolada, o indicador I _{fh} será a média aritmética do I _{qb} e I _{dm}	IFI = 100%: 100 IFI entre 99% e 95%: 80 IFI entre 94% e 85%: 60 IFI entre 84% e 70%: 40 IFI entre 69% e 50%: 20 IFI < 49%: 0
Indicador Sócio Econômico ISE	$ISP = 0,7 \times I_{mh} + 0,3 \times I_{mr}$	ISP = Indicador de Saúde Pública; I _{mh} = Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica; I _{mr} = Indicador relativo a média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias.	Ordenar os resultados dos índices (números de casos) de maneira crescente, dividi-los em quartis, onde: • 1ª quartil: 100 • 4ª quartil: 0 • 2ª e 3ª quartis deverão ser interpolados entre 100 e 0 pontos.
	$IRF = 0,7 \times I_{2s} + 0,3 \times I_{1m}$	IRF = Indicador de Renda; I _{2s} = Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos; I _{1m} = Indicador de renda média.	Ordenar os resultados dos índices (números de casos) de maneira crescente, dividi-los em quartis, onde: • 1ª quartil: 100 • 4ª quartil: 0 • 2ª e 3ª quartis deverão ser interpolados entre 100 e 0 pontos.

Indicadores de 1ª ordem	Subindicadores de 2ª ordem	Formulação e legenda	Valores da pontuação
	$IRF = 0,6 \times I_{ne} + 0,4 \times I_{e1}$	IED = Indicador de Educação; I _{ne} = Indicador de nenhuma escolaridade; I _{e1} = Indicador de escolaridade até o 1ª grau.	Ordenar os resultados dos índices (números de casos) de maneira crescente, dividi-los em quartis, onde: <ul style="list-style-type: none"> • 1ª quartil: 100 • 4ª quartil: 0 • 2ª e 3ª quartis deverão ser interpolados entre 100 e 0 pontos.

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999).