



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO
AMBIENTAL**

LÍVIA DE ALMEIDA ROCHA

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA
CAMPINA GRANDE (ISA/CG): ADAPTAÇÕES E
APLICAÇÕES**

Campina Grande – PB
Agosto/2016

LÍVIA DE ALMEIDA ROCHA

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA CAMPINA GRANDE
(ISA/CG): ADAPTAÇÕES E APLICAÇÕES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, da Universidade Federal de Campina Grande – UFGC, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Orientadores: Prof.^a Dr.^a Iana Alexandra Alves Rufino
Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho

Campina Grande – PB
Agosto/2016

LÍVIA DE ALMEIDA ROCHA

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA CAMPINA GRANDE
(ISA/CG): ADAPTAÇÕES E APLICAÇÕES**

Dissertação apresentada em 17 de agosto de 2016.

Prof.^a Dr.^a Iana Alexandra Alves Rufino
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Universidade Federal de Campina Grande
Orientadora

Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal de Campina Grande
Co-orientador

Prof.^a Dr.^a Márcia Maria Rios Ribeiro
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora Interna

Prof.^a Dr.^a Lívia Izabel Bezerra de Miranda
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora Externa

Prof. Dr. José Augusto Ribeiro da Silveira
Departamento de Arquitetura
Universidade Federal da Paraíba
Examinador Externo

Campina Grande – PB
Agosto/2016

*Ao meu pai, pelo exemplo de honestidade, e a
minha mãe, por ser exemplo de persistência.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu tudo, que sempre me fortalece, e por suas bênçãos que me acompanham por toda minha vida.

Ao meu pai, *Adjalmir Alves Rocha*, meu eterno professor e exemplo de honestidade, que nunca mediu esforços para me apoiar e me ensinar o caminho correto a trilhar, minha eterna gratidão.

À minha mãe, *Maria Helena Almeida*, por seu carinho e suas palavras de incentivo nas horas que eu mais precisei, por acreditar na minha capacidade e me ensinar a nunca desistir dos meus sonhos.

Ao meu namorado *Gustavo Kubo*, que sempre me incentivou frente aos estudos, se mantendo ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Aos meus amigos, pela força e amizade, e por compreenderem os momentos de ausência durante a realização dessa dissertação.

A minha orientadora *Iana Alexandre*, com a qual tive o prazer de trabalhar, por todos os conhecimentos transmitidos, por sua disponibilidade constante em me ajudar, sempre de forma carinhosa e ativa.

Ao meu orientador *Mauro Barros*, por aceitar me orientar, pela paciência em partilhar conhecimentos através de pertinentes orientações.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental pelos ensinamentos transmitidos durante o curso: *Iana Alexandre, Carlos Galvão, Márcia Rios, Livia Izabel, Andrea Rodrigues e Mauro Barros*.

Aos colegas de turma do PPGECA, em especial *Wanessa Dunga* por sempre partilharmos conhecimentos e pelo estímulo.

Aos colegas do Laboratório de Hidráulica II, *Karla Azevedo, Barbara Tsuyuguchi, Tayron Juliano, Tereza Helena, Ítalo Gusmão, João Batista, Tafnes Andrade e Marília Dantas* por toda a ajuda e pelos momentos de descontração.

A CAPES pelo apoio financeiro.

Enfim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

A salubridade ambiental está relacionada com a qualidade dos serviços de saneamento básico, que, por sua vez, abrange diversas ações que compreendem um sistema de abastecimento de água, um sistema de esgotamento sanitário, um sistema de limpeza urbana, um sistema de drenagem, controle de vetores, variáveis socioeconômicas e demais serviços e obras especializadas, cuja finalidade é proteger e promover melhorias na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento básico é definido como sendo “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o bem-estar físico, mental ou social”. Dessa forma, os sistemas de saneamento necessitam articular, de forma integrada. Os planos urbanísticos e ambientais são um importante instrumento para articular de forma sistêmica todos os componentes do saneamento básico e para alcançar o desenvolvimento sustentável das cidades. Nesse contexto, os indicadores ambientais atuam como ferramenta de planejamento, ao orientar as ações dos gestores públicos e à sociedade civil na tomada de decisão, para alcançar melhor qualidade ambiental e de vida. Dessa forma, com o objetivo de avaliar as condições da salubridade do município de Campina Grande-PB, esse trabalho buscou desenvolver o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/CG), a partir de uma adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental, criado para a cidade de São Paulo (ISA/SP). O Indicador de Salubridade Ambiental constitui-se em um instrumento de planejamento e gestão ambiental pública, possibilitando identificar as ações prioritárias em relação aos serviços de saneamento, orientando as ações dos gestores públicos e à sociedade civil na tomada de decisão para alcançar melhor qualidade de vida e ambiental. Os valores do ISA/CG foram associados aos setores censitários do distrito-sede do município, para permitir, inicialmente, uma análise da distribuição espacial de seus valores na cidade. Posteriormente, para aprimorar o ISA/CG e validar os seus resultados, dois novos sub-indicadores (conforto ambiental e capacidade de armazenamento de água) foram incorporados a partir da análise de quatro áreas piloto, identificadas com mais alta e mais baixa salubridades. Os resultados do ISA/CG mostraram que esta é uma ferramenta útil para comparar as condições de salubridade na área intra-urbana e, permitindo diagnosticar as áreas deficientes e listar as melhores infra-estruturas da cidade. O estudo apontou como principais deficiências no município o esgotamento sanitário e o fator socioeconômico.

Palavras-Chave: Salubridade Ambiental; Indicadores; Conforto Urbano; Qualidade de Vida.

ABSTRACT

The environmental health is strongly related to the quality of the basic sanitation services which include a water supply system, a sewage system, an urban cleaning system, a drainage system, vector control, socioeconomic variables and other specialized services and works. Those services must provide a better life quality for people and environment. According to the World Health Organization (WHO), basic sanitation is defined as "the control of all drivers of environment, which can or could cause some kind of negative effects in physical, mental or social humanity well-being. Urban Master Plans are an important tool to arrange in a systematic way all those components and for a sustainable development of cities with preservation of environmental quality in cities. Environmental indicators act as a planning helping policy makers and managers in this matter. So, this research presents an indicator (EHI – Environmental Health Indicator) for evaluating basic health conditions in Campina Grande, PB (Brazil). The start point is an adaptation of a known EHI developed by CONESAN (São Paulo, Brazil) in 1999. EHI can be a planning tool and a public environmental management tool for priority decision making related to basic health services. It should guide governmental policies and civil society in several decision making processes for a better life quality in cities. First, EHI/CG values were developed and spatialized by census track for the whole city. Second, in a validation method, two additional indicators (environmental comfort and reservoir capacity) were developed in a different scale (urban fraction). Four pilot areas were chosen based on the highest and lowest EHI/CG values for the whole city. The ISA / CG results showed a useful tool for comparing health conditions in the intra-urban area and for allowing the diagnosis of deficient areas and for identify the best infrastructures in the city. The study also have pointed out the main drivers of municipality sanitation problems: the sanitary sewage and the socioeconomic one.

Keywords: Environmental Health; Basic Sanitation; Urban Comfort; Life Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquematização simplificada do enfoque sistêmico do planejamento.	31
Figura 2 – Estrutura de um SIG.....	57
Figura 3 – Perímetro urbano e localização da área de estudo.	69
Figura 4 – Infraestrutura de Saneamento Básico (2000 e 2010) por bairros de Campina Grande-PB.	71
Figura 5 – Fluxograma da metodologia adotada.	72
Figura 6 – Fluxograma dos Indicadores do ISA/CG.	75
Figura 7 – Distribuição Espacial do abastecimento de água em Campina Grande.	77
Figura 8 – Principais problemas encontrados no serviço de esgotamento sanitário de Campina Grande.	80
Figura 9 – Resultados dos três Testes de Ponderação para o ISA/CG.	92
Figura 10 – Delimitação dos Setores Censitários selecionados.	95
Figura 11 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Jardim Tavares.	96
Figura 12 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Mirante.	96
Figura 13 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Alto Branco.	96
Figura 14 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Cruzeiro.	97
Figura 15 – Uso do Solo Urbano no Jardim Tavares.	97
Figura 16 – Uso do Solo Urbano no Mirante.	98
Figura 17 – Uso do Solo Urbano no Alto Branco.	98
Figura 18 – Uso do Solo Urbano no Cruzeiro.	99
Figura 19 – Polígonos de Vegetação dentro do Setor Censitário do Cruzeiro.	101
Figura 20 – Polígonos de Vegetação dentro do Setor Censitário do Alto Branco.	101
Figura 21 – Identificação Visual das Caixas D’água nas Edificações.	103
Figura 22 – Espacialização dos Resultados do ISA/CG.....	104
Figura 23 – Lotes livres no Alto Branco.	106
Figura 24 – Lotes livres no Cruzeiro.	107
Figura 25 – Alta densidade construtiva no Jardim Tavares.....	107
Figura 26 – Vegetação do Alto Branco.	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas e Pontuação para o Indicador de Qualidade de Água Distribuída (I_{qa}).....	36
Tabela 2 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (I_{sa}).....	37
Tabela 3 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos (I_{ce}).	38
Tabela 4 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (I_{te}). ..	38
Tabela 5 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Saturação do Tratamento de Esgoto (I_{se}). ..	39
Tabela 6 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Coleta de Lixo.....	40
Tabela 7 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Tratamento e Disposição Final dos resíduos Sólidos.....	41
Tabela 8 – Faixas e Pontuação para o Isr.	41
Tabela 9 – Pontuação para o Indicador de Disponibilidade dos Mananciais.	44
Tabela 10 – Pontuação para o Indicador de Fontes Isoladas.	44
Tabela 11 – Situação da salubridade por faixa de situação.	46
Tabela 12 – Densidade demográfica e concentração dos Recursos Hídricos no Brasil, por região.	65
Tabela 13 – Testes de Ponderação dos Indicadores do ISA/CG;	91
Tabela 14 – Hierarquização dos Melhores e Piores Valores do ISA/CG.....	93
Tabela 15 – Setores selecionados dentre os Melhores e Piores valores do ISA/CG.	94
Tabela 16 – Síntese dos I_{eab} e do I_{veg} para os quatro setores selecionados.....	105
Tabela 17– Valores obtidos para o I_{conf} para os setores avaliados.	108
Tabela 18 – Valores obtidos para o I_{ca} para os setores avaliados.....	109
Tabela 19 – Informações dos setores selecionados	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores Ambientais que compõem o ISA.	34
Quadro 2 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Dengue.	42
Quadro 3 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Esquitossomos.....	42
Quadro 4 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Leptospirose.	43
Quadro 5 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Qualidade da Água Bruta.	43
Quadro 6 – Vantagens e Desvantagens das altas e baixas densidades.	64
Quadro 7 – Componentes e Variáveis do ISA/CG.	76
Quadro 8 – Sub-Indicadores que Compõem o I_{ab}	79
Quadro 9 – Sub-Indicadores que compõem o I_{es}	82
Quadro 10 – Divisão da Execução dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.	83
Quadro 11 – Sub-Indicadores que Compõem o I_{rs}	85
Quadro 12 – Sub-Indicadores que compõem o I_{du}	88
Quadro 13 – Sub-Indicadores que compõem o I_{se}	90
Quadro 14 – Variáveis e pesos do Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}).	90
Quadro 15 – Variáveis e pesos do Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}).	90
Quadro 16 – Variáveis e pesos do Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}).	90
Quadro 17 – Variáveis e pesos do Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}).	91
Quadro 18 – Variáveis e pesos do Indicador Socioeconômico (I_{se}).	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional das Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CA – Coeficiente de Aproveitamento

CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba

CP – Capacidade de produção

CT – Capacidade de tratamento

CONESAN – Conselho Estadual de Saneamento Ambiental

CVU – Cobertura Vegetal Urbana

Dem – Demanda (considera-se demanda futura de 10 anos).

Disp – Disponibilidade de água em condições de tratabilidade para abastecimento

Dua – Domicílios Urbanos Atendidos (públicos e particulares)

Duc – Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo

Due – Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanques sépticos

Dut – Domicílios Urbanos Totais

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

I_{ab} – Indicador de Abastecimento de Água

I_{ai} – Indicador de Alagamento ou Inundação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

I_{ca} – Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água

I_{ca} – Índice de Cobertura de Água

I_{ce} – Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanques Sépticos

I_{ce} – Índice de Cobertura de Esgotos

ICM – Indicador de Condição de Moradia

I_{cr} – Indicador de Coleta de Lixo

I_{cr} – Índice de coleta de lixo

I_{cv} – Indicador de Controle de Vetores

I_d – Indicador de Defeitos

I_{dm} – Indicador da Disponibilidade dos Mananciais

I_{dm} – Índice de Disponibilidade dos Mananciais

I_{du} – Indicador de Drenagem Urbana

I_{e1} – Indicador de escolaridade de 1º grau.

I_{ed} – Indicador de Educação

I_{es} – Indicador de Esgotos Sanitários

I_{fi} – Indicador de Fontes Isoladas

I_{mh} – Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada à doença de veiculação hídrica

I_{mr} – Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligadas à doenças e de idosos (acima de 65 anos) ligado a doenças respiratórias

I_{ne} – Indicador de nenhuma escolaridade

I_{qa} – Indicador da Qualidade da Água Distribuída

I_{qb} – Indicador da Qualidade da Água Bruta

I_{qr} – Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos

I_{rf} – Indicador de Renda

I_{rh} – Indicador de Recursos Hídricos

I_{rm} – Indicador de renda média.

I_{rp} – Indicador de Rua Pavimentada

ISA – Indicador de Salubridade Ambiental

I_{sa} – Indicador de Saturação do Sistema Produtor

ISA/JP – Indicador de Salubridade Ambiental/João Pessoa

ISA/OE – Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontâneas

I_{se} – Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos

I_{se} – Indicador Sócio-econômico

I_{sp} – Indicador de Saúde Pública

I_{sr} – Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos

I_{te} – Indicador de Esgotos Tratados e Tanque Sépticos

I_{te} – Índice de esgotos tratados

I_{vd} – Indicador de Dengue

I_{ve} – Indicador de Esquistossomose

I_{vl} – Indicador de Leptospirose

ONU – Organização das Nações Unidas

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 36, do Ministério da Saúde.

NAR – Quantidade de Amostras Realizadas

n – número de anos em que o sistema ficará saturado

OMS – Organização Mundial da Saúde

OPAS – Organização Panamericana de Saúde

PAR – Programa de Arrendamento Familiar

PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNDU – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SAA – Serviço de Abastecimento de Água

SADE – Sistemas de Apoio à Decisão Espacial

SESUMA – Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informação Geográfica

VC – Volume coletado de esgotos

VL – Volume coletado de lixo

VP – Volume de produção necessário para atender 100% da população atual

VT – Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgotos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos.....	20
1.1.1 Objetivo Geral.....	20
1.1.2 Objetivos Específicos	21
1.2 Estrutura Geral da Dissertação.....	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1 Saneamento Básico e Salubridade Ambiental	22
2.2 O uso de indicadores como ferramenta de planejamento.....	27
2.3 O ISA - Indicador de Salubridade Ambiental	32
2.3.1 Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})	35
2.3.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}).....	37
2.3.3 Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}).....	39
2.3.4 Indicador de Controle de Vetores (I_{cv}).....	42
2.3.5 Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh})	43
2.3.6 Indicador Socioeconômico (I_{se}).....	45
2.4 As experiências do ISA no Brasil	48
2.5 O Modelo ISA/JP	52
2.6 Dados censitários como apoio a construção de indicadores	54
2.7 Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG)	55
2.8 A influência da vegetação na Salubridade Ambiental	58
2.9 Densidade Urbana e Qualidade Ambiental.....	62
2.10 Capacidade de Armazenamento de Água e Salubridade Ambiental.....	65
3. METODOLOGIA.....	69
3.1 Área de Estudo.....	69
3.2 Abordagem Metodológica: Adaptações e Contextualizações do ISA	71
3.2.1 Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})	77
3.2.2 Indicador de Esgotamento Sanitário – I_{es}	79
3.2.3 Indicador de Resíduos Sólidos – I_{rs}.....	83
3.2.4 Indicador de Drenagem Urbana – I_{du}.....	86
3.2.5 Indicador Socioeconômico – I_{se}	88
3.3 Seleções e Ponderações: Primeira Etapa	90
3.4 Elaboração de novos Sub-Indicadores: Segunda Etapa	93
3.5 Processamento de Dados feitas dentro do Ambiente SIG	103
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	111
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

1. INTRODUÇÃO

A salubridade ambiental está relacionada com a qualidade dos serviços de saneamento básico e pode ser definida como a qualidade ambiental capaz de prevenir doenças, que são veiculadas pelo meio ambiente, e de promover o aperfeiçoamento das condições favoráveis à saúde das populações urbana e rural (SÃO PAULO, 1999). Nesse sentido, Batista (2005) afirma que o conceito de salubridade ambiental busca a integração dos diversos componentes do saneamento, sob uma visão holística, participativa e de racionalização de uso dos recursos públicos. A importância do saneamento básico deve-se, principalmente, por essa ser uma condição indispensável na proteção à saúde.

Para o Instituto Trata Brasil (2012), o saneamento básico envolve um conjunto de medidas que objetivam preservar e modificar o meio ambiente para promover a saúde da população. A Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, em seu art. 3º define saneamento básico como sendo um conjunto de infra-estruturas, serviços e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

O crescimento desordenado das cidades e o planejamento urbano inadequado, com a carência falta de infra-estrutura e sistema de saneamento básico, favorecem para que um ambiente se torne insalubre, gerando desconforto e diminuição da qualidade de vida. O crescimento das cidades reflete nas condições sanitárias e exige que a infraestrutura de saneamento acompanhe continuamente as necessidades da população: “As condições adequadas de saneamento propiciam maior qualidade de vida e satisfação dos moradores e contribuem para o desenvolvimento social, cultural, ambiental e econômico” (BRASIL, 2011, p. 8).

As modificações ambientais de origem antrópica, alteram de maneira significativa os ambientes naturais, poluindo o meio ambiente físico, consumindo os recursos naturais sem critérios adequados, aumentando o risco de exposição a doenças e atuam negativamente na qualidade de vida da população (Banco Mundial, 1998).

A salubridade ambiental é um dos aspectos que mais interferem na qualidade de vida humana. Dessa maneira, Aravechia Junior (2010) defende que todas as condições materiais, sociais e culturais, diretamente e indiretamente ligadas à população, devem ser levadas em consideração para se alcançar o estado de salubridade ideal de um ambiente, para

proporcionar saúde e qualidade de vida das pessoas. Souza (2010) complementa, afirmando que a salubridade de um lugar depende de fatores físicos, ou seja, fatores referentes à infraestrutura, mas também envolve o bem-estar das pessoas que estão inseridas no ambiente.

Condições adequadas de Conforto Urbano, por exemplo, podem ser consideradas como promotores das condições de salubridade ambiental. Vários estudos, como podem ser vistos mais adiante, constata a influência de aspectos como a morfologia urbana e a presença de vegetação no desempenho do conforto ambiental, podendo alterá-lo de forma positiva ou negativa, refletindo na salubridade de um ambiente.

O aumento da massa edificada pode, entre outros problemas, criar barreiras de ventilação, aumentando a temperatura e gerando ilhas de calor, e conseqüentemente, elevando o consumo de energia e comprometendo o desenvolvimento sustentável. Rocha, Souza e Castilho (2011) ao tratar da influência da morfologia urbana na temperatura do ar confirmam que comportamento térmico urbano pode sofrer alterações à medida que a morfologia dos espaços é alterada. O estudo demonstra que o fenômeno da ilha de calor é minimizado quando há presença de vegetação e a permeabilidade do solo.

Scussel e Sattler (2010) ao avaliar o impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial, constaram que os aumentos da taxa de ocupação dos terrenos, do índice de aproveitamento e das alturas máximas geram desconfortos aos moradores ao modificar a paisagem e intensificar o trânsito de veículos.

Em relação à vegetação, a sua inserção nesse estudo, deve-se ao fato desse ser um importante indicador da qualidade ambiental, pois desempenha papel fundamental no controle da temperatura do ambiente, amenizando os problemas ambientais, além de trazer inúmeras vantagens para as cidades. Nucci (2001) ressalta que a cobertura vegetal, apesar de ser um importante atributo, é negligenciada no desenvolvimento das cidades. Mello Filho (1985) e Milano (1987) descrevem algumas das funções essenciais que a vegetação urbana desempenha que justificam a sua manutenção no espaço urbano, são elas: função ecológica, função física, função psicológica, função paisagística e função química.

Mascaró e Mascaró (2002) citam alguns dos diversos aspectos em que a vegetação contribui para melhoria do clima urbano, como: amenização da radiação solar, ao modificar a temperatura e a umidade relativa do ar do recinto pelo sombreamento; redução da temperatura nas superfícies dos pavimentos e fachadas das edificações, assim como na sensação de calor dos usuários; modificação da velocidade e direção dos ventos; atuação

como barreira acústica; interferência na frequência das chuvas (quando em grandes quantidades); redução da poluição do ar através da fotossíntese e da respiração; entre outros.

Desse modo, a conservação e a construção de áreas verdes no espaço urbano deve ser considerada por parte dos gestores como elemento fundamental na promoção da qualidade de vida e de uma maior salubridade. Nesse sentido, para que o saneamento ambiental cumpra o seu papel de melhoria da qualidade de vida da população é preciso que haja um planejamento desse serviço. De acordo com o Trata Brasil (2012, p. 6):

Um planejamento adequado desse serviço concorrem para a valorização, proteção dos recursos ambientais e tornam-se essenciais para garantir a eficiência desse sistema, em busca da universalização do atendimento, em harmonia com o desenvolvimento local e regional.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 21 coloca como competência da União a criação de diretrizes, dentre elas a de saneamento, para promover o desenvolvimento: “Compete à União: [...] XX - instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos;” (BRASIL, 1988).

Além disso, Bruschi *et al.* (2002) ressaltam que, para o planejamento ambiental, é necessária a participação dos diversos segmentos da sociedade, para que não haja a superposição de atribuições e competências, onde todos possam deter o poder de decisão. SANTOS (2008, p. 67) explica: “todo planejamento precisa ter representatividade da realidade, pois com base nisso definem-se políticas e decidem-se alternativas de ações futuras”.

Nesse sentido, para compreender os fatores relacionados ao estado de salubridade da população, visando orientar a ação dos gestores, fez surgir alguns modelos de indicadores socioambientais, instrumentos capazes de apontar problemas, causas e permitir a projeção de intervenções adequadas (OLIVEIRA, 2003).

Originária do Latim *indicare*, a palavra “Indicador” tem como significado descobrir, apontar, estimar. Como destaca Santos (2008) os indicadores permitem descrever os problemas, realizar previsões e orientar ações, para facilitar a tomada de decisão por parte dos gestores. Dentro dessa perspectiva, o uso de indicadores como instrumentos de avaliação de políticas públicas para auxiliar no planejamento urbano e na gestão das águas, são fundamentais para se alcançar o equilíbrio ambiental. Cunha (2012) completa afirmando que os indicadores são modelos simplificados da realidade, com capacidade de facilitar a

compreensão dos fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação dos dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais, servindo de ferramenta de auxílio à decisão.

Batista (2005) destaca ainda que, atualmente, os sistemas de indicadores relativos à salubridade ambiental têm a finalidade de prover informações, com o objetivo apoiar a tomada de decisão para promoção de ações, tanto na dimensão social, quanto ambiental. A tomada de decisão, tanto nos setores públicos quanto nos privados, constitui-se como uma importante ferramenta para elaboração e aperfeiçoamento de políticas públicas condizentes com a realidade em que se encontram (ALBUQUERQUE, 2003).

O ISA/CG é uma adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo – CONESAN (1999) para avaliar a salubridade ambiental de cada município do estado de São Paulo, através das condições de saneamento, e para servir de subsídio para o desenvolvimento de políticas públicas. A adaptação do ISA/CONESAN para o município de Campina Grande poderá ser uma contribuição positiva para a gestão urbana, uma vez que essa ferramenta é eficaz na caracterização quali-quantitativa dos serviços de saneamento básico.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é desenvolver uma adaptação do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental para a cidade de Campina Grande (ISA/CG), a partir de dados secundários do Censo Demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, utilizando análises espacializadas e considerando particularidades de abastecimento de água e de conforto ambiental no município.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar parâmetros de adequação da metodologia do ISA à realidade local (indicadores e sub-indicadores) de acordo com as unidades de agregação espaciais aplicáveis;
- Estabelecer uma classificação hierárquica dos indicadores obtidos, de acordo com as unidades de agregação espaciais selecionadas;
- Desenvolver sub-indicadores de abastecimento de água e de conforto ambiental para os melhores e piores setores censitários apontados pela classificação hierárquica do ISA/CG.

1.2 Estrutura Geral da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em 6 (seis) capítulos.

O Capítulo 1 trata da introdução e da descrição do objetivo geral e dos objetivos específicos da pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica, abordando o conceito de saneamento básico ambiental e salubridade ambiental, o uso de indicadores como ferramenta de planejamento, a metodologia do ISA, as aplicações do ISA no Brasil e as metodologias utilizadas, especificamente do ISA/JP. Trata também, do uso de dados censitários como apoio a construção de indicadores e do uso de Sistema de Informações Geográfica (SIG). Aborda a influência da vegetação na salubridade ambiental e a relação entre densidade urbana e qualidade ambiental.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia do trabalho, com a caracterização da área de estudo, as adaptações realizadas, as seleções dos indicadores para compor cada indicador e as ponderações, além de descrever como foi realizada a elaboração de novos sub-indicadores aplicados nas áreas piloto.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e as discussões.

O Capítulo 5 apresenta a conclusão da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Saneamento Básico e Salubridade Ambiental

Para compreender a importância da Salubridade Ambiental é preciso recorrer a algumas definições de saneamento básico, levando em conta aspectos relacionados à qualidade do meio ambiente:

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003), saneamento básico é definido como sendo “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer, efeito deletério sobre o bem estar físico, mental ou social”. A importância do saneamento básico se deve a esse ser uma condição indispensável na proteção à saúde, a ausência desse serviço resulta em doenças, principalmente de veiculação hídrica. O Instituto Trata Brasil (2012) ressalta que o saneamento básico envolve um conjunto de medidas que objetivam preservar e modificar o meio ambiente para promover a saúde da população.

A Lei nº. 7.750/1992, do estado de São Paulo, em seu Artigo 2º define Saneamento como:

O conjunto de ações, serviços e obras que têm por objetivo alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, por meio do abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos líquidos, sólidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária do uso e ocupação do solo, drenagem urbana, controle de vetores de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializados. (SÃO PAULO, 1992).

Para Moraes *et al.* (2001), o saneamento pode ser entendido como um conjunto de ações que objetivam melhorar a salubridade ambiental, envolvendo serviços de abastecimento de água, a coleta, tratamento e disposição final adequada dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, a prevenção e o controle do excesso de ruídos, a drenagem das águas pluviais, promoção da disciplina sanitária do uso e ocupação do solo, o controle ambiental de vetores de doenças, bem como outros serviços que promovam a saúde e o bem estar, além de contribuir na prevenção de doenças.

No Brasil, a gestão dos serviços de saneamento se inicia com o surgimento das preocupações sanitárias à partir de meados do século XIX, tomando como marco do surgimento dessa preocupação as primeiras iniciativas em resposta às epidemias de febre amarela e cólera das décadas de 1840 e 1850, em alguns centros urbanos como o Rio de Janeiro e São Paulo, que devido a seu acréscimo populacional perdeu qualidade de vida pelo processo de aglomeração urbana. No entanto “todas as intenções realizadas até meados do século XIX não chegavam a configurar políticas ou ações mais duradoras, alcançando apenas áreas localizadas em ações pontuais, temáticas e descontínuas.” (MARQUES, 1995, p.55)

Diante desse cenário, Oswaldo Cruz, então diretor-geral de Saúde Pública do governo federal, iniciou em 1903 no Rio de Janeiro, um processo de erradicação de epidemias, contando com a participação do trabalho de sanitaristas brasileiros, dentre eles Saturnino de Brito, considerado o patrono da engenharia sanitária no país, iniciando assim o saneamento no Brasil. “Em 1930, todas as capitais possuíam sistema de distribuição de água e coleta de esgotos, vários deles obras de Saturnino de Brito” (CAVINATTO, 2004, pg. 36 e 37.)

Saker (2007) ressalta que com a Revolução de 1930, ocorreram muitas mudanças na estrutura social e econômica do Brasil, e com isso o sistema de saneamento passou a fazer parte da política de saúde pública, com a adoção de competências comuns entre os entes da federação. Entretanto, “com o fim do Estado Novo, o que podemos notar é uma absoluta falta de preocupação com o saneamento básico no curto período democrático vivido pelo Brasil de 1946 à 1964.”

Até o final do século XX, o investimento no saneamento básico no Brasil ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos, com destaque para as décadas de 1970 e 1980, quando existia um “predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade” (Soares, Bernardes e Cordeiro Netto, 2002). No início dos anos 1990, ações do governo federal indicaram a tendência à privatização de atividades voltadas ao saneamento. Com isso ocorreu a retração dos investimentos e de financiamentos públicos e a restrição de apoio técnico para as operadoras estaduais e municipais, contribuindo para a degradação dos serviços (DIAS, 2008).

No caso brasileiro, é evidente a falta do poder público tratando-se de políticas envolvendo os serviços de saneamento em toda sua história, estando longe de satisfazer com esses benefícios o “todo” do território nacional (Oliveira, 2003). Nas últimas décadas, observa-se um avanço considerável no setor do saneamento no Brasil, no entanto, ainda

prevalecem grandes deficiências no atendimento por serviços de saneamento, especialmente quando à coleta e tratamento de esgotos sanitários e à disposição de resíduos sólidos. Borja (2014) afirma que o Brasil apresenta números preocupantes no que diz respeito à universalização do acesso e à integralidade dos serviços de saneamento básico, constituintes fundamentais da lei supracitada.

Algumas das principais normas que regulam o setor do saneamento estão representados pela Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que traz em seu art. 3º a definição dos serviços de saneamento básico:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (BRASIL, 2007).

Com a Lei 11.445/2007, o tema ganhou centralidade no Brasil, ao estabelecer diretrizes nacionais de saneamento básico para a Política Federal de Saneamento Básico, colocando como princípio a universalização dos serviços de saneamento básico para todos.

Pedrosa (2014) destaca um aspecto fundamental abordado na Lei 11.445/2011, com relação às ações de planejamento, no qual, os planos de saneamento básico devem ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos, estabelecendo que a prestação de serviços, deve, entre outros aspectos, abranger o diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistemas de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas.

Como visto o saneamento básico objetiva garantir a proteção e controle de ameaças decorrentes da presença de contaminantes, patógenos e substâncias tóxicas em geral. Para que

isso ocorra é necessário considerar a qualidade das redes de abastecimento e esgotamento, drenagem e tratamento de resíduos e dos serviços fornecidos a população, devendo esse ser eficiente e compatível com a demanda. Assim, além de garantir saúde, o saneamento promove também o bem-estar da população (GUERRA, 2011).

De acordo com Santos (2008), com o crescimento urbano acelerado houve um aumento na demanda de água e, conseqüentemente, uma maior geração de cargas poluidoras. Daí, a necessidade de uma ação de gerenciamento dos recursos hídricos, incluindo o saneamento em nível estadual, pois, a falta de um órgão regulador agrava a degradação dos cursos e reservatórios de água, comprometendo a oferta de água e resultando em veiculação de doenças.

O rápido crescimento das cidades, com a falta de aplicação do planejamento urbano e de infraestrutura e conjunto de saneamento básico, favorecem para que um ambiente se torne insalubre, gerando desconforto e diminuição da qualidade de vida. Assim, “As condições adequadas de saneamento propiciam maior qualidade de vida e satisfação dos moradores e contribuem para o desenvolvimento social, cultura, ambiental e econômico” (ARAVECHIA JUNIOR, 2010; BRASIL, 2011, p. 8).

Dias, Borja e Moraes (2004) colocam como uma das causas da constante degradação ambiental, a carência ou até mesmo a inexistência de serviços de saneamento. Isso porque esses serviços são fatores de promoção de um ambiente salubre e da promoção de uma qualidade de vida ideal. Aravéchia Junior (2010), completa, afirmando que a falta de infraestrutura e de sistema de saneamento básico, decorrentes do crescimento desordenado e sem planejamento das cidades, favorecem para que o ambiente se torne insalubre, diminuindo a qualidade de vida e aumentando o número de doenças e seus vetores.

O conceito de salubridade ambiental abrange o saneamento em seus diversos componentes, e inclui um conjunto de ações socioeconômicas, que buscam a integração de diversos componentes, de forma racional, global e participativa do uso dos recursos públicos (BATISTA, 2005).

Dias (2003) representa a salubridade ambiental urbana pelos fatores materiais e sociais referentes à moradia, à infraestrutura (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais) relacionados aos aspectos socioeconômicos e culturais e à saúde ambiental.

A salubridade ambiental pode ser entendida como a qualidade ambiental capaz de prevenir doenças e de promover a melhoria das condições favoráveis à saúde urbana, devendo incluir a questão cultural, sendo essa responsável por influenciar as ações da população de acordo com os costumes estabelecidos em cada região (SÃO PAULO, 1999; ARAVECHIA, 2010). Em outras palavras, a salubridade ambiental visa a promoção da saúde, e está relacionada com a qualidade do ambiente urbano, assim, à medida que o ambiente urbano é degradado, a saúde da população é atingida. Souza (2010) complementa afirmando que a salubridade de um lugar depende de fatores físicos, ou seja, fatores referentes à infraestrutura, mas também envolve o bem-estar das pessoas que estão inseridas no ambiente.

A FUNASA (2006) descreve a salubridade ambiental como sendo o estado de higidez da população. Nesse contexto, a salubridade ambiental é a base para assegurar a melhor saúde possível dos indivíduos. É através dela que aparece a noção de higiene pública, técnica de controle e de modificações dos elementos materiais do meio que podem favorecer ou mesmo prejudicar a saúde (FOUCAULT, 1992; FUNASA, 2006)

Dessa forma, esses conjuntos de medidas fornecem ao saneamento ambiental um caráter preventivo, podendo através delas, preservar ou modificar as condições do meio ambiente, proporcionando ao homem um ambiente com condições adequadas para a promoção da saúde e a prevenção de doenças (MOTA, 2000; FUNASA, 2006).

Dias, Borja e Moraes (2004) relacionam o estado de saúde de uma população com as condições materiais e sociais do ambiente na qual essa população está inserida. Nesse sentido, para que o saneamento ambiental cumpra o seu papel de melhoria da qualidade de vida da população é preciso que haja um planejamento desse serviço.

É fundamental compreender os componentes que influenciam o nível de salubridade ambiental. A adoção de ações preventivas para evitar o surgimento de problemas ambientais, em áreas urbanas e rurais, se mostra com grande importância para evitar ou minimizar a degradação ambiental e promover a integração entre as atividades de saneamento com as de planejamento territorial, sendo essa uma importante ferramenta de promoção da saúde e de participação dos diversos segmentos da sociedade, para que não haja a superposição de atribuições e competências, onde todos possam deter o poder de decisão (MOTA, 2000; BRUSCHI *et al.*, 2002).

Atualmente tem-se utilizado de indicadores como ferramenta para a avaliação das condições ambientais, sociais, econômicas e das ações públicas, e como instrumento de

contribuição no processo de planejamento, de forma a proporcionar melhorias nas condições de vida (DIAS, 2003).

2.2 O uso de indicadores como ferramenta de planejamento

O plano urbanístico e ambiental é um importante instrumento para alcançar o desenvolvimento sustentável das cidades, e pode permitir o desenvolvimento socioeconômico, aliado à preservação da qualidade ambiental, fundamental para a manutenção da qualidade de vida nas cidades.

O planejamento é um meio sistemático para determinar a situação atual, a situação que se pretende alcançar e principalmente as melhores formas de atingi-la, podendo ser definida como todo o esforço em direção a preservação e a conservação dos recursos sociais e ambientais de um território, objetivando a sua própria sobrevivência. Devendo visar à valorização e a conservação das bases naturais de um território com base da auto-sustentação da vida e das interações que a mantém (SANTOS, 2004; FRANCO, 2008).

A Agenda 21 (BRASIL, 1994), em seu capítulo 7, trata da necessidade do planejamento ambiental reconhecendo a importância do planejamento do uso do solo e o acesso à terra com vistas a um uso mais racional e ambientalmente saudável para alcançar um desenvolvimento urbano sustentável. No capítulo 40, destaca-se a necessidade de informações no processo de tomada de decisão em todos os seus níveis, “no desenvolvimento sustentável, cada pessoa é usuário e provedor de informações, considerada em seu sentido amplo, o que inclui dados, informações e experiências e conhecimentos adequadamente apresentados”. É nesse sentido que, no processo de tomada de decisão, a aplicação de indicadores apresentam-se como ferramenta de planejamento, ao fornecer informações relevantes. O documento ainda destaca a necessidade de desenvolvimento do conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável por parte das organizações governamentais e não governamentais com o objetivo de promover o uso cada vez maior desses indicadores.

Os indicadores são modelos simplificados da realidade, com capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação dos dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais, transformando dados brutos em informações de fácil compreensão. São capazes de sintetizar e relevar informações que servem para orientar os administradores à tomada de decisão tanto nos setores públicos

quanto nos privados, constituindo-se importante ferramenta para elaboração e aperfeiçoamento de políticas públicas condizentes com a realidade em que se encontram (ALBUQUERQUE, 2003; SANTOS, 2008; CUNHA, 2012). A sua aplicação, em setores ou bairros de uma cidade, demonstra a realidade das condições sanitárias em cada uma dessas unidades, de forma que permite que o administrador público possa direcionar os recursos financeiros para cada problemática encontrada (SANTOS, 2008).

É fundamental compreender a evolução dos indicadores. O aparecimento e desenvolvimento de indicadores ganharam corpo científico em meados dos anos 60 em decorrência do esforço conceitual e metodológico para desenvolvimento de instrumentos de mensuração do bem estar e da mudança social e se ampliou nos anos 70. Nos anos 60 e 70 os indicadores sociais começaram a ser valorizados com a meta de combater a ênfase econômica e valorizar ideais como a equidade social e o fortalecimento da sociedade civil (Herculano, 1998).

No entanto, na década de 80, com aprimoramento das novas experiências de formulação e implementação de políticas públicas – Planejamento Local, Planejamento Participativo- a pertinência instrumental dos Indicadores Sociais acabou sendo restabelecida com o aprimoramento de instrumentos mais específicos de quantificação e qualificação das condições de vida, da pobreza estrutural e outras dimensões da realidade social, dando origem aos Sistemas de Indicadores Sociais (JANUZZI, 2002).

No Brasil, com a publicação do Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável por parte do Ministério da Saúde (1995), houve um impulso para o estudo das relações entre meio ambiente e saúde, por meio de indicadores. Esse plano abordou a relevância na estruturação de sistemas de informações quali-quantitativas, capazes de medir, por meio de indicadores ambientais, as condições de saúde, que objetivam subsidiar o estabelecimento de necessidades e a definição de intervenções adequadas (CUNHA, 2012).

Bahia (2006, p. 27) ressalta que nos últimos 20 anos, verificou-se um aumento do interesse pela incorporação da variável ambiental aos indicadores, em decorrência do acirramento da problemática ambiental, da crise econômica e a repercussão das mesmas a qualidade de vida da população.

Santos (2004, p. 60) explica que “indicadores são parâmetros, ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que

ocorrem em um meio”, devendo estar associado diretamente aos objetivos e ao objeto do planejamento ou estudo.

Para um indicador ambiental possa medir o desenvolvimento e as ações de planejamento, o mesmo deve possibilitar estabelecer uma relação entre as metas e objetivos desejados e/ou estipulados com os dados anteriormente, durante e após a implantação do plano de ação, realizando uma comparação e verificação de avanços ou regressos em todo processo de planejamento (SANTOS, 2008).

Desse modo, contribuem para a realização de previsões que visam orientar a definição e aplicação de políticas específicas das ações públicas, sendo importantes ferramentas para subsidiar as atividades de planejamento.

Nesse sentido, todo planejamento precisa ter representatividade da realidade, exigindo o reconhecimento dos elementos que compõem o espaço, por meio de levantamento de dados de fontes secundárias ou observação direta, em diversas áreas de conhecimento. A aplicação de indicadores ambientais como ferramenta de planejamento, capazes de orientar os gestores públicos e a sociedade civil na tomada de decisão para alcançar melhor qualidade ambiental e de vida. A criação de um sistema de indicadores e sua inserção no processo de gestão ambiental se torna uma ferramenta que pode auxiliar o planejador e os demais membros envolvidos no planejamento a conduzir com eficiência a gestão (SANTOS, 2008).

Santos (2004, p. 60) enfatiza ainda:

Os indicadores são fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio, quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada. São indicativos das mudanças e condições no ambiente e, se bem conduzidos, permitem representar a rede de causalidades presentes num determinado meio. Os indicadores são empregados para avaliar e comparar territórios de diferentes dimensões e de diversas complexidades.

A escolha ou a utilização de indicadores exige a diferenciação de seus graus de importância ou a sua ponderação com o objetivo de sinalizar quais são as prioridades para alcançar as metas definidas (ARAVECHIA JUNIOR, 2010). “A atribuição de pesos pode ocorrer segundo diferentes critérios e técnicas estatísticas, porém diversas vezes não é possível ponderar sem incorporar algum nível de arbítrio ou subjetividade nos critérios de avaliação” (ARAVECHIA JÚNIOR, 2010, p.20).

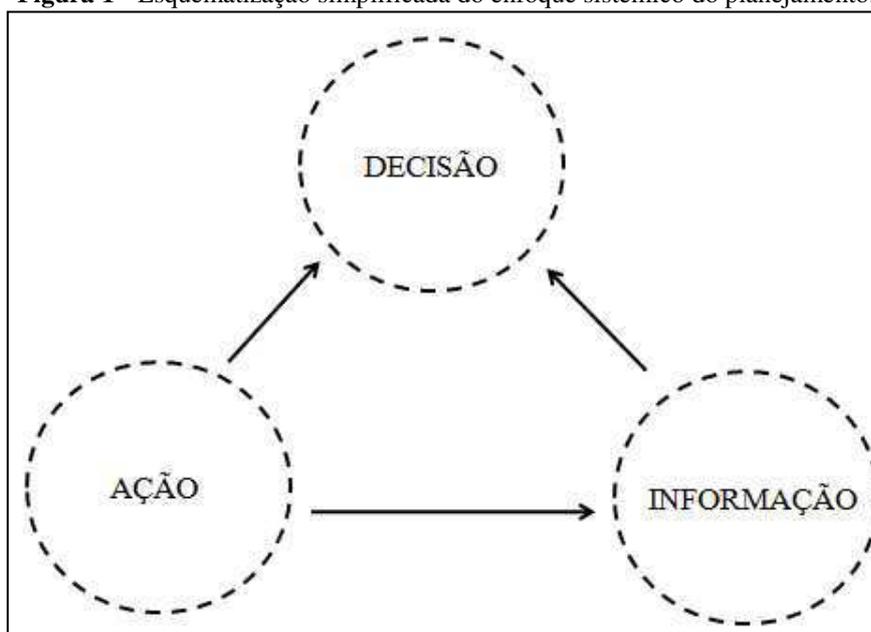
Além disso, Albuquerque (2013) defende que "a elaboração dos indicadores deve respeitar as complexas características da localidade onde serão abordados, permitindo que sua coleta de dados e conseqüente análise dos mesmos se dêem por meio de premissas quantitativas e qualitativas".

Aravechia Junior (2010, p. 21) lista alguns critérios para escolha dos indicadores:

- Simplicidade: O indicador deve adotar uma metodologia simples, evitando que variáveis sejam confundidas ou que os resultados não sejam confiáveis;
- Nível de acessibilidade social: a base de dados deve estar aberta e acessível, evitando que a utilização do indicador seja interrompida por falta de dados;
- Objetividade: o indicador necessita ser objetivo, fazendo com que seus resultados sejam eficazes;
- Flexibilidade: possibilidade de inclusão e retirada de variáveis sem que haja o comprometimento do indicador;
- Relevância: o indicador visa atender e avaliar questões de interesses relevantes como saúde, qualidade ambiental, entre outros;
- Base técnico-científica: deve ser desenvolvido e formulado com base técnico-científica comprovada;
- Mensurabilidade: seu resultado deve ser quantificável e objetivo;
- Qualidade de dados: provenientes de fontes confiáveis e comprovadas;
- Comparabilidade com outros indicadores: os resultados devem constituir forma de comparação com resultados de outros indicadores.

A Figura 1 representa, de forma simplificada, uma prática de planejamento, que envolve um conjunto de ações correlacionadas que ocorrem em um processo contínuo para alcançar o estado futuro desejado, e deve, para tanto, obrigatoriamente, seguir essas etapas (PETROCCHI, 1998, p. 19).

Figura 1 - Esquemática simplificada do enfoque sistêmico do planejamento.



Fonte: Petrocchi (1998, p.21).

Como visto os indicadores e os índices são uma forma de medir e avaliar determinada realidade. No entanto, o conceito de indicadores não pode ser confundido com os índices, nem tampouco serem utilizados como sinônimos. Nahas (2005) em seu documento destinado ao Planejamento Público e Indicadores Sociais a respeito dos indicadores como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana das cidades, trás definições sobre os termos Indicadores e Índices:

Indicador: é um dado, uma informação, valor ou descrição, que retrata uma situação, um estado de coisas. Portanto, é conceito vinculado à função, ao papel daquele dado, informação, valor ou descrição. Além desta característica, um indicador deve ter abrangência de expressão, ou seja, deve informar além daquilo que expressa diretamente. Por exemplo, o indicador “Taxa de pavimentação de vias”, expressa também a qualidade habitacional e a oferta dos serviços de infraestrutura básica naquele lugar, bem como a possibilidade de acesso do transporte coletivo e de coleta de lixo. Portanto, diz muito mais sobre o lugar que a simples existência de pavimentação. Sendo assim, quando se trata de dados, o termo ‘indicador’ pode se referir a uma informação numérica simples, a agregações matemáticas de informações ou mesmo de índices, visando expressar dada situação.

Índice: é um valor que expressa a agregação matemática de informações numéricas, sendo, portanto, um conceito vinculado à estrutura formal de cálculo. Um índice pode se referir a um único tema ou a diversos temas, podendo estar composto pela agregação de dados simples ou pela agregação de dados compostos, ou seja, de outros índices. Por exemplo, um índice de qualidade de vida pode ser a agregação de outros

índices relativos aos temas que determinam esta qualidade; entretanto, um índice como o de Habitação - um dos aspectos que determinam a 9 qualidade de vida - pode ser composto pela agregação de dados simples como “Padrão de construção” ou “Área construída/hab”.

Os indicadores, portanto, constituem os índices. Menezes (2007) completa afirmando que os índices é função de um conjunto de indicadores com participação ponderada, gerando uma equação que expressa, uma vez calculada um valor que define uma determinada situação ou condição do que se quer medir.

2.3 O ISA - Indicador de Salubridade Ambiental

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) foi instituído pelo Conselho Estadual de Saneamento – CONESAN, para “avaliação da eficácia do Plano Estadual de Saneamento” de forma a propor diretrizes para aplicação de recursos e atender as normas e os regulamentos decorrentes da Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992, sobre a Política Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo.

Esse indicador foi criado como instrumento de integração de políticas públicas para melhorar a qualidade de vida, possibilitando medir, de maneira uniforme, as condições de saneamento de cada município e identificar suas causas. Demonstrando a exigência de intervenções corretivas em busca de uma crescente melhoria da qualidade de vida da população ao abranger a caracterização qualitativa e quantitativa dos serviços de abastecimento de água, drenagem, controle de vetores, esgoto sanitários, limpeza públicas, situação dos mananciais, indicadores sociais e econômicos (SÃO PAULO, 1999; BATISTA, 2005).

Aravechia Junior (2010) destaca que além de quantificar a situação de salubridade de uma região e avaliar as ações de desempenho do saneamento ambiental numa população, o ISA é capaz de determinar o nível de vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais de bacias hidrográficas, apontar as deficiências de infra-estrutura e definir propostas para melhorar os serviços públicos utilizados.

Cabral *et al* (2013) explica que o ISA se faz importante para auxiliar o planejamento e a melhorar a qualidade de vida e da saúde pública, pois através do levantamento de dados sobre

a salubridade do município e a verificação as adequações de acordo com as leis de saneamento, possibilita o incentivo a adoção de métodos de melhorias pelos governos.

Sua aplicabilidade é dirigida para as zonas urbanas e/ou de expansão urbana dos municípios mediante a existência de uma melhor coleta e identificação de dados. No entanto, nas áreas rurais, devido à inexistência da prestação de dados ou dos serviços que são avaliados pelo modelo proposto, a aplicabilidade ficaria prejudicada (PIZZA, 2000).

O ISA é estruturado e composto a partir de uma fórmula (Equação 1) obtida pela média ponderada dos indicadores específicos, onde cada sub-indicador de 1ª ordem é calculado através da média ponderada de outros sub-indicadores, denominados de 2ª ordem. Tais indicadores abordam questões específicas acerca do tópico que está sendo analisado (SÃO PAULO, 1999; BATISTA, 2005).

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

Onde:

I_{ab} = Indicador de Abastecimento de Água;

I_{es} = Indicador de Esgotos Sanitários;

I_{rs} = Indicador de Resíduos Sólidos;

I_{cv} = Indicador de Controle de Vetores;

I_{rh} = Indicador de Recursos Hídricos;

I_{se} = Indicador Sócio-econômico.

O Quadro 1 apresenta os componentes, os sub-indicadores e a finalidade de cada um dos indicadores que compõem o ISA. Em sequência, são apresentados os critérios de cálculo, formas de pontuação e periodicidade de atualização de todos os indicadores, de acordo com o que determina o Manual Básico do ISA (SÃO PAULO, 1999).

Quadro 1 – Indicadores Ambientais que compõem o ISA.

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

Fonte: SÃO PAULO (1999).

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

É calculado a partir da média aritmética (Equação 2) dos seguintes indicadores específicos: o Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água – Atendimento (I_{ca}), o Indicador de Qualidade de Água Distribuída (I_{qa}) e o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (I_{sa}).

$$I_{ab} = \frac{(I_{ca} + I_{qa} + I_{sa})}{3} \quad (2)$$

O Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água - Atendimento (I_{ca}) é obtido pela Equação 3. Sua pontuação apresenta-se no intervalo de 0 (zero) a 100 (cem) e corresponde diretamente ao I_{ca} (Índice Percentual de Cobertura de Água), com periodicidade de atualização semestral (junho/dezembro).

$$I_{ca} = \left(\frac{Dua}{Dut} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

I_{ca} = Índice de Cobertura de abastecimento de água;

Dua = Domicílios urbanos atendidos;

Dut = Domicílios urbanos totais.

O Indicador de Qualidade de Água Distribuída (I_{qa}) é definido pela Equação 4:

$$I_{qa} = K \times \frac{Naa}{Nar} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

I_{qa} = Indicador de Qualidade de Água Distribuída; porcentagem do volume considerado adequado no mês crítico do período de atualização;

K = nº de amostras realizadas, pelo número de amostras a serem efetuadas pelo SAA (Sistema de Abastecimento Público de Água), K menor ou igual a 1;

N_{aa} = Quantidade de amostra considerada de água potável relativa à colimetria, ao cloro residual e à turbidez, em uma primeira etapa e, no futuro, o total da portaria nº 36/90;

N_{ar} = Quantidade de amostras realizadas.

A pontuação do Indicador de Qualidade de Água Distribuída (I_{qa}) é obtida através da Tabela 1.

Tabela 1 - Faixas e Pontuação para o Indicador de Qualidade de Água Distribuída (I_{qa}).

Faixas	Pontuação	Situação
$I_{qa} = 100$	100	Excelente
$I_{qa} = \text{entre } 95\% \text{ e } 99\%$	80	Ótima
$I_{qa} = \text{entre } 85\% \text{ e } 94\%$	60	Boa
$I_{qa} = \text{entre } 70\% \text{ e } 84\%$	40	Aceitável
$I_{qa} = \text{entre } 50\% \text{ e } 69\%$	20	Insatisfatória
$I_{qa} < 49\%$	0	Imprópria

Fonte: SÃO PAULO (1999).

A periodicidade de atualização desses dados é semestral, ocorrendo em junho e dezembro de cada ano.

O Indicador de Saturação do Sistema Produto (I_{sa}) é definido pela Equação 5:

$$n = \frac{\log \frac{CP}{VP \times \left(\frac{k2}{k1}\right)}}{\log (1 + t)} \quad (5)$$

Onde:

n = Número de anos em que o sistema ficará saturado;

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 cinco anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA (projeção Seade);

$k1$ = perda atual;

$k2$ = perda prevista para cinco anos.

A pontuação do Indicador de Saturação do Sistema Produtor (I_{sa}) é definida de acordo com a Tabela 2 e a periodicidade de atualização é anual (ocorrendo no mês de dezembro) ou quando houver expansão, ampliação ou construção de novos sistemas de tratamento e/ou em eventuais correções ou atualização de cadastro.

Tabela 2 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (I_{sa}).

Faixas	Pontuação	Situação
$I_{sa} = 100$	100	Excelente
$I_{sa} = \text{entre } 95\% \text{ e } 99\%$	80	Ótima
$I_{sa} = \text{entre } 85\% \text{ e } 94\%$	60	Boa
$I_{sa} = \text{entre } 70\% \text{ e } 84\%$	40	Aceitável
$I_{sa} = \text{entre } 50\% \text{ e } 69\%$	20	Insatisfatória
$I_{sa} < 49\%$	0	Imprópria

Fonte: SÃO PAULO (1999).

2.3.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es})

O I_{es} é calculado a partir da média aritmética (Equação 6) dos indicadores específicos: I_{ce} (Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos), I_{te} (Indicador do Tratamento de Esgotos e Tanque sépticos) e I_{se} (Indicador da Saturação do Tratamento).

$$I_{es} = \frac{(I_{ce} + I_{te} + I_{se})}{3} \quad (6)$$

O I_{ce} é obtido pela Equação 7.

$$I_{ce} = \left(\frac{Due}{Dut} \right) \times 100 \quad (7)$$

Onde:

I_{ce} = Índice de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos;

Due = Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanques sépticos.

A pontuação do Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos (I_{te}) é definida de acordo com a Tabela 3. A periodicidade de atualização desses dados é semestral, ocorrendo em junho e dezembro de cada ano.

Tabela 3 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos (I_{ce}).

Faixas de População Urbana	I_{ce}	
	Mínimo	Máximo
Até 5 mil hab.	$I_{ce} < 50\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 85\% - I_{ce} = 100$
De 5 a 20 mil hab	$I_{ce} < 55\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 85\% - I_{ce} = 100$
De 20 a 50 mil hab	$I_{ce} < 60\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 85\% - I_{ce} = 100$
De 50 a 100 mil hab	$I_{ce} < 65\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 85\% - I_{ce} = 100$
De 100 a 500 mil hab	$I_{ce} < 70\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 90\% - I_{ce} = 100$
> 500 mil hab	$I_{ce} < 75\% - I_{ce} = 0$	$I_{ce} < 90\% - I_{ce} = 100$

Fonte: SÃO PAULO (1999).

O Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (I_{te}) segue a Equação 8:

$$I_{te} = I_{ce} \times \left(\frac{VT}{TC} \right) \times 100 \quad (8)$$

Onde:

I_{ce} = Indicador de cobertura em coleta de esgoto e tanques sépticos;

VT = Volume tratado de esgotos nas estações em áreas servidas por rede de esgotos (m³);

VC = Volume coletado de esgotos (m³).

A pontuação do Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (I_{te}) é obtida através da seguinte Tabela 4.

Tabela 4 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (I_{te}).

Faixas de População Urbana	I_{te}	
	Mínimo	Máximo
Até 5 mil hab.	$I_{te} < 15,00\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 56,00\% - I_{te} = 100$
De 5 a 20 mil hab	$I_{te} < 16,50\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 63,75\% - I_{te} = 100$
De 20 a 50 mil hab	$I_{te} < 18,00\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 68,00\% - I_{te} = 100$
De 50 a 100 mil hab	$I_{te} < 26,00\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 72,25\% - I_{te} = 100$
De 100 a 500 mil hab	$I_{te} < 35,00\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 81,00\% - I_{te} = 100$
> 500 mil hab	$I_{te} < 45,00\% - I_{te} = 0$	$I_{te} < 81,00\% - I_{te} = 100$

Fonte: SÃO PAULO (1999).

A periodicidade de atualização desses dados é semestral - junho e dezembro.

O Indicador de Saturação do Tratamento de Esgoto (I_{se}) é dado pela Equação 9:

$$n = \frac{\log \frac{CT}{VC}}{\log (1 + t)} \quad (9)$$

Onde:

n = número de anos em que o sistema ficará saturado;

VC = volume coletado de esgotos;

CT = capacidade de tratamento;

t = taxa de crescimento anual média da população urbana para os cinco subseqüentes ao ano da elaboração do ISA.

A pontuação desse indicador é obtida através da Tabela 5. A periodicidade de atualização desses dados é anual ou quando houver expansão, ampliação ou construção de novos sistemas de tratamento e/ou em eventuais correções ou atualização de cadastro.

Tabela 5 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Saturação do Tratamento de Esgoto (I_{se}).

Faixas de População Urbana	n	I_{se}
Até 50 mil hab.	$n \geq 2$	100 interpolar 0
	$2 > n > 0$	
De 50 a 200 mil hab	$n \leq 0$	100 interpolar 0
	$n \geq 3$	
> 200 mil hab	$3 > n > 0$	100 interpolar 0
	$n \leq 0$	
	$n \geq 5$	100 interpolar 0
	$5 > n > 0$	
	$n \leq 0$	

Fonte: SÃO PAULO, 1999

2.3.3 Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})

O I_{rs} é calculado a partir da média aritmética (Equação 10) dos seguintes indicadores específicos: o I_{cr} (Indicador de Coleta de Lixo), I_{qr} (Indicador do Tratamento e Disposição Final) e I_{sr} (Indicador da Saturação da Disposição Final).

$$I_{rs} = \frac{(I_{cr} + I_{qr} + I_{sr})}{3} \quad (10)$$

O Indicador de Coleta de Lixo é obtido pela Equação 11, demonstrada abaixo:

$$I_{cr} = \left(\frac{Duc}{Dut} \right) \times 100 \quad (11)$$

Onde:

I_{cr} = Índice de Coleta de Lixo;

Duc = Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo;

Dut = Domicílios urbanos totais.

A pontuação do I_{cr} é obtida através da Tabela 6, a periodicidade de atualização desses dados é anual, ocorrendo em dezembro de cada ano.

Tabela 6 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Coleta de Lixo.

Faixas de População Urbana	I_{cr}	
	Mínimo	Máximo
Até 20 mil hab.	$I_{cr} < 80 \% - I_{cr} = 0$	$I_{cr} < 90 \% - I_{cr} = 100$
De 20 a 100mil hab	$I_{cr} < 90 \% - I_{cr} = 0$	$I_{cr} < 95 \% - I_{cr} = 100$
> 100 mil hab	$I_{cr} < 95 \% - I_{cr} = 0$	$I_{cr} < 99 \% - I_{cr} = 100$

Fonte: SÃO PAULO (1999)

O Indicador de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos I_{qr} é obtido pela razão entre o Índice de qualidade de Aterros de resíduos sólidos domiciliares e os domicílios urbanos totais. O critério de cálculo é de acordo com a Resolução nº 13/1998, da Secretaria de Meio Ambiente do Governo do estado de São Paulo. Na Tabela 7 temos a pontuação do (I_{qr}) dada pelas condições do aterro, com periodicidade anual de atualização, ocorrendo em dezembro de cada ano.

Tabela 7 – Faixas e Pontuação para o Indicador de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos.

I_{qr}	Enquadramento	Pontuação
0 < Iqr < 6,0	Condições inadequadas	0
6,0 < Iqr < 8,0	Condições controladas	Interpolar
8,0 < Iqr < 10,0	Condições adequadas	100

Fonte: SÃO PAULO (1999).

Por sua vez, o Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (I_{sr}) segue a Equação 12.

$$n = \frac{\log \frac{CA \times t}{VL} + 1}{\log (1 + t)} \quad (12)$$

Onde:

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 média da população urbana para os cinco subsequentes ao ano da elaboração do ISA.

Sua pontuação é obtida através da Tabela 8 e a periodicidade de atualização desses dados é anual, ocorrendo em dezembro de cada ano.

Tabela 8 – Faixas e Pontuação para o Isr.

Faixas de População Urbana	n	Isr
Até 50 mil hab.	n > 2	100
	2 > n > 0	interpolar
	n < 0	0
De 50 a 200 mil hab	n > 3	100
	3 > n > 0	interpolar
	n < 0	0
> 200 mil hab	n > 5	100
	5 > n > 0	interpolar
	n < 0	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

2.3.4 Indicador de Controle de Vetores (I_{cv})

O I_{cv} é calculado a partir dos seguintes indicadores específicos: o I_{vd} (Indicador de Dengue), I_{ve} (Indicador de Esquistossomose) e I_{vl} (Indicador de Leptospirose), conforme apresentado na Equação 13.

$$I_{cv} = \frac{I_{vd} + I_{ve}}{2} + \frac{I_{vl}}{2} \quad (13)$$

A pontuação para o I_{vd} , I_{ve} e I_{vl} é dada a partir das informações referentes a ocorrências, ou não, dessas doenças no município, nos últimos cinco anos. Os Quadros 2, 3 e 4 mostram os critérios de pontuação de cada indicador.

Quadro 2 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Dengue.

Critério de Pontuação do Indicador de Dengue	Pontuação
Municípios sem infestação por <i>Aedes Aegypti</i> nos últimos 12 meses	100
Municípios infestados por <i>Aedes Aegypti</i> e sem transmissão de dengue nos últimos 5 anos	50
Municípios com transmissão de dengue nos últimos 5 anos	25
Municípios com maior risco de ocorrência de dengue hemorrágico	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

Quadro 3 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Esquistossomos.

Critério de Pontuação do Indicador Esquistossomose	Pontuação
Municípios sem casos de esquistossomose nos últimos 5 anos	100
Municípios com incidência anual < 1	50
Municípios com incidência anual ≥ 1 e < 5	25
Municípios com incidência anual ≥ 5 (média dos últimos 5 anos)	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

Quadro 4 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Leptospirose.

Critério de Pontuação do Indicador Esquistossomose	Pontuação
Municípios sem enchentes e sem casos de leptospirose nos últimos 5 anos	100
Municípios com enchentes e sem casos de leptospirose nos últimos 5 anos	50
Municípios sem enchentes e com casos de leptospirose nos últimos 5 anos	25
Municípios com enchentes e com casos de leptospirose nos últimos 5 anos	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

2.3.5 Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh})

O I_{rh} (Equação 14) é calculado a partir da média aritmética dos seguintes indicadores específicos: o I_{qb} (Indicador de Qualidade da Água Bruta), I_{dm} (Indicador de Disponibilidade de Mananciais) e I_{fi} (Indicador de Fontes Isoladas).

$$I_{rh} = \frac{(I_{qb} + I_{dm} + I_{fi})}{3} \quad (14)$$

O Indicador de Qualidade da Água Bruta (I_{qb}) é obtido pela pontuação apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Critérios de Pontuação para o Indicador de Qualidade da Água Bruta.

Critério	Pontuação
Poço sem contaminação e sem necessidade de tratamento	100
Poço sem contaminação e com necessidade de tratamento	50
Poço com risco de contaminação	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

O Indicador de Disponibilidade dos Mananciais (I_{dm}) é dado pela Equação 15.

$$I_{dm} = \frac{Disp}{Dem} \quad (15)$$

Onde:

Disp = Disponibilidade de água em condições de tratamento para abastecimento;

Dem = Demanda

A pontuação do I_{dm} é demonstrada da Tabela 9.

Tabela 9 – Pontuação para o Indicador de Disponibilidade dos Mananciais.

Indicador de Disponibilidade dos Mananciais (I_{dm})	Pontuação
$I_{dm} > 2,0$	100
$1,5 < I_{dm} \leq 2,0$	50
$I_{dm} < 1,5$	0

Fonte: SÃO PAULO (1999).

Já para obtenção do Indicador de Fontes Isoladas (I_{fi}), utiliza-se a Equação 14.

$$I_{fi} = \left(\frac{N_{aa}}{N_{ar}} \right) \times 100 \quad (16)$$

Onde:

N_{aa} = Quantidade de amostras de água bruta consideradas potáveis, relativamente a colimetria e turbidez;

N_{ar} = Quantidade de amostras de água bruta realizadas.

A pontuação do I_{fi} é obtida através da Tabela 10. A periodicidade de atualização desses dados é anual, ocorrendo em dezembro de cada ano.

Tabela 10 – Pontuação para o Indicador de Fontes Isoladas.

Faixas de I_{fi}	Pontuação	Situação
$I_{fi} = 100 \%$	100	Excelente
I_{fi} entre 95 % e 99%	80	Ótima
I_{fi} entre 85 % e 94%	60	Boa
I_{fi} entre 70 % e 84%	40	Aceitável
I_{fi} entre 50 % e 69%	20	Insatisfatória
$I_{fi} < 49 \%$	0	Imprópria

Fonte: SÃO PAULO (1999).

2.3.6 Indicador de Socioeconômico (I_{se})

O I_{se} , conforme apresentado na Equação 17, é calculado a partir da média aritmética dos seguintes indicadores específicos: o I_{sp} (Indicador de Saúde Pública), I_{rf} (Indicador de Renda) e I_{ed} (Indicador de Educação).

$$I_{se} = \frac{(I_{sp} + I_{rf} + I_{ed})}{3} \quad (17)$$

O Indicador de Saúde Pública Vinculada ao Saneamento (I_{sp}) é obtido pela Equação 18.

$$I_{sp} = (0,7 \times I_{mh}) + (0,3 \times I_{mr}) \quad (18)$$

Onde:

I_{mh} = Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica;

I_{mr} = Indicador relativo à média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias.

O Indicador de Renda (I_{rf}) é obtido pela Equação 19.

$$I_{rf} = (0,7 \times I_{3s}) + (0,3 \times I_{rm}) \quad (19)$$

Onde:

I_{3s} = Indicador de distribuição de renda menor que 3 (três) salários mínimos;

I_{rm} = Indicador de Renda Média.

O Indicador de Educação (I_{ed}) é obtido pela Equação 20.

$$I_{ed} = (0,6 \times I_{ne}) + (0,4 \times I_{el}) \quad (20)$$

Onde:

I_{ne} = Indicador de porcentagem da população sem nenhuma escolaridade;

I_{e1} = Indicador de porcentagem da população com escolaridade até 1º grau.

Para obter a pontuação do I_{sp} , do I_{rf} e do I_{ed} é preciso ordenar os resultados dos indicadores (nº de casos) de maneira crescente e dividi-los em quartis, da seguinte forma:

- 1º quartil com 100 (cem) pontos;
- 2º e 3º quartis com interpolação entre 100 (cem) e 0 (zero) pontos;
- 4º quartil com 0 (zero) pontos.

Cada indicador acima citado está subdividido em vários sub-indicadores e que possuem uma metodologia própria de cálculo, abrangência e definição, cujos valores 0,25, 0,10 e 0,05 correspondem ao peso de cada indicador, fazendo o índice uma referência ponderada desses indicadores. Entretanto, para o CONESAN, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a coleta e destinação adequada de resíduos sólidos constituem os fatores mais importantes na salubridade ambiental. Logo, esses três indicadores apresentam-se com maior peso, possuindo 75% da pontuação do índice (COSTA, 2010).

Para a avaliação do desempenho da salubridade ambiental, segundo o indicador ISA, é necessária a utilização da pontuação descrita na Tabela 11, adaptado de Dias, Borja e Moraes (2004), que demonstra a classificação variante entre salubre e insalubre (BATISTA, 2005).

Tabela 11 – Situação da salubridade por faixa de situação.

Condições de Salubridade	Pontuação do ISA (%)
Insalubre	0 – 0,255
Baixa Salubridade	0,2551 – 0,505
Média Salubridade	0,5051 – 0,755
Salubre	0,7551 – 1

Fonte: Dias, Borja e Moraes (2004).

É importante destacar que cada aplicação segue uma adaptação de cada autor, em função da disponibilidade de dados associados à realidade local de cada município.

Avaliar de forma objetiva a qualidade de vida é uma atividade difícil. A questão do bem-estar é algo muito controverso, já que implica qualidade de vida, um fator difícil de mensuração, devido à própria subjetividade do conceito (PNDU, 2002). No entanto, no âmbito científico, o diagnóstico da salubridade ambiental por meio do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) apresenta relação direta com outros indicadores considerados importantes para a situação ambiental e da qualidade de vida da população.

O ISA pode servir como dado de base para compor outros índices como o do IQVU (Indicador de Qualidade de Vida Urbana) e o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), que constituem-se instrumentos úteis para avaliação das condições ambientais, permitindo caracterizar o mesmo fenômeno por diferentes indicadores, sendo úteis ao desenvolvimento urbano (SILVA, 2009).

No Brasil, com a publicação do Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável pelo Ministério da Saúde, observa-se um importante momento de impulso para o estudo das relações entre meio ambiente e saúde, por meio de indicadores. Esse plano aborda a relevância de se estruturar sistemas de informações quali-quantitativas, capazes de medir por meio de indicadores ambientais as condições de saúde, com o objetivo de subsidiar o estabelecimento de necessidades e a definição de intervenções adequadas. (Cunha, 2012; Brasil, 1995).

O IDH (índice de desenvolvimento humano) foi criado na década de 90 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNDU), servindo para comparação entre países, composto de indicadores econômicos e sociais que medem o nível de pobreza e a qualidade de vida, através da avaliação da longevidade, educação e renda. Cunha (2012) ressalta que críticas foram feitas ao IDH em relação a sua pouca capacidade de refletir o bem estar humano, pois entende-se que o desenvolvimento humano é muito complexo para ser completamente retratado por um índice ou mesmo uma lista de indicadores.

Tratando-se de indicadores de qualidade de vida, o IQVU foi desenvolvido pela Prefeitura de Belo Horizonte, no ano de 1996, sendo utilizado como critério para distribuição de recursos financeiros. Esse índice mede a qualidade de vida da população levando em consideração a oferta e a demanda de serviços como saúde, educação, moradia, saneamento, assistência social.

Seguindo esse mesmo pensamento, Montenegro *et al.* (2001) propôs a agregação do ISA/BH (Indicador de Salubridade para Belo Horizonte) ao índice de qualidade de vida

urbana (IQVU) e ao índice de vulnerabilidade social (IVS) já utilizados pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH).

2.4 As experiências do ISA no Brasil

O ISA, apesar de ter sido desenvolvido inicialmente para a cidade de São Paulo, permite a sua aplicabilidade em outros locais, uma vez que, a sua concepção, permite que haja uma variabilidade na sua forma de cálculo. De acordo com o Manual Básico do ISA “devem ser juntadas, quando for o caso, informações relativas a municípios e ou regiões com presença de aspectos de salubridade ambiental peculiar ou relevante” (SÃO PAULO, 1999).

Ao longo dos últimos anos, diversos autores propuseram o ISA como ferramenta para elaboração do diagnóstico da salubridade ambiental em vários municípios do país. Para cada aplicação segue uma adaptação de cada autor, em função da disponibilidade de dados, associado à realidade local de cada município. A seguir, são apresentados em ordem cronológica alguns exemplos da aplicação do ISA.

Almeida e Abiko (2000), no mesmo ano de elaboração do ISA pelo CONESAN, propôs o ISA/F para verificação das condições de salubridade das favelas, objetivando descobrir se a sua urbanização promove sua recuperação urbanística ambiental, de forma a adequá-la a padrões de salubridade. Para isso, baseou-se no ISA original, no entanto, incorporou indicadores sanitários, de saúde pública, urbanísticos e socioeconômicos, considerando as especificidades.

Oliveira (2003) procedeu uma adaptação do ISA para o município de Toledo/PR, atentando as condições e particularidades locais. Já Dias (2003) construiu um sistema de indicadores denominado Índice de Salubridade Ambiental Urbana para Áreas de Ocupação Espontânea – ISA/OE para estudar as condições materiais e sociais em nove assentamentos humanos com características sanitárias diferentes em Salvador, Bahia. Nesse trabalho, foram incorporados os Indicadores de Condições de Moradia e de Saúde Ambiental para avaliar a salubridade ambiental sob esses aspectos, e não apenas relativos ao saneamento ambiental.

Batista (2005) propôs uma adaptação do ISA desenvolvido pelo CONESAN para a cidade de João Pessoa/PB, construindo assim o ISA/JP. A autora incorporou o sub-indicador de Drenagem Urbana, considerando para o seu cálculo o estado das ruas de um setor

censitário, relativo à possibilidade de ocorrências de inundações, defeitos e pavimentação. Em sua pesquisa, utilizou um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para auxiliar nos cálculos e na espacialização das informações, servindo como um Sistema de Apoio à Decisão Espacial (SADE).

Com o propósito de avaliar os impactos dos centros urbanos na vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira/BA, Bahia (2006) utilizou o Indicador de Salubridade Ambiental para geração do mapa de vulnerabilidade. O mapa foi gerado tendo como base mapas de solos, malha hídrica, declividade, cobertura vegetal e os valores encontrados para o ISA.

Em 2007, Menezes (2007) aplicou o ISA nas cidades de Ouro Branco, Ouro Preto, Congonhas e Conselheiro Lafaiete, todas em Minas Gerais, com o objetivo de comparar a salubridade de duas classes de comunidades: uma delas com bom nível de infraestrutura e outra, pobre em recursos e com vários defeitos na constituição física. O autor pretendia com isso determinar e analisar o ISA de cada uma dessas duas diferentes realidades, para compará-las, e, com isso, construir um ponto de partida para orientar planos e soluções dos problemas de saneamento presentes nas comunidades carentes.

Posteriormente, Santos (2008) demonstrou a viabilidade da utilização de indicadores no auxílio do planejamento, ao fornecer informações necessárias para orientar as ações dos administradores públicos. A pesquisa foi realizada na área urbana do município de Aquidauana/MS, para avaliar as condições de saneamento propícias a saúde, bem como os problemas e lacunas. Para tanto, utilizou um modelo adaptado do ISA, desenvolvido pelo CONESAN, o modelo de drenagem urbana do trabalho de Batista (2005) e os dados do Censo Demográfico de 2010.

Levatti (2009) aplicou o ISA para analisar o estado de salubridade ambiental das áreas urbanas do município de Criciúma, Santa Catarina, dividindo a área em estudo em cinco microbacias, totalizando 167 setores censitários. A pesquisa foi desenvolvida adotando a metodologia proposta pelo ISA/CONESAN e ISA/JP, sendo feitas algumas adaptações para o município de estudo, como a inserção do Indicador de Área Verde, relacionado à drenagem urbana.

Silva (2009) aplicou o ISA em setores populacionais da cidade de Ouro Branco/MG. A pesquisa confirmou que a saúde de uma população está relacionada ao saneamento da comunidade na qual está inserida bem como às condições socioeconômicas e culturais. Para

os indicadores de saúde pesquisados, tomou-se como base os registros de diarreia, verminoses, esquistossomose, dengue e conjuntivite.

Aravechia Junior (2010) aplicou a metodologia do ISA para o estado de Goiás, onde foi testado em nove municípios, com o objetivo de diagnosticar o nível de salubridade destes, com seus respectivos sistemas de saneamento. Para isso, foram realizadas adaptações nos cálculos de saturação dos sistemas (abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos), no cálculo do Indicador de Recursos Hídricos e no cálculo do Indicador Socioeconômico, em decorrência da dificuldade na obtenção de dados. Para o Indicador Socioeconômico propôs a integração de três indicadores: o Índice de Desenvolvimento Humano de Educação, Índice de Desenvolvimento Humano de Longevidade e Índice de Desenvolvimento Humano de Renda. O estudo apontou o esgotamento sanitário e o controle de vetores como as principais deficiências nos municípios avaliados.

Buckley (2010) utilizou o ISA em sua pesquisa para avaliar seis empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) na cidade de Aracaju/SE. Adaptou o ISA ao incorporar os sub-indicadores de Espaço Público, Condições de Moradia, Satisfação com a Moradia e Efeitos sobre o Entorno para verificar a existência de condições adequadas de salubridade desses empreendimentos, bem como dos ocupantes do entorno.

Em seu trabalho, Costa (2010) dedicou-se a analisar as condições de salubridade ambiental em comunidades rurais, localizadas no município de Ouro Branco/MG. O autor aplicou o ISA desenvolvido por Dias (2003), em três localidades rurais: Olaria, Cristais e Castiliano. Com essa aplicação, o autor verificou a inviabilidade deste modelo para a área de estudo, o meio rural, não retratando a realidade dessas comunidades. Para resolver esse problema e quantificar de maneira precisa a salubridade ambiental do meio rural foi desenvolvido um modelo matemático de ISA voltado para as comunidades rurais, utilizando a metodologia *Delphi*, denominado de ISA/CR. Esse novo modelo alterou o peso de alguns parâmetros e incorporou indicadores e sub-indicadores diferentes daqueles estudados na zona urbana.

Souza (2010) utilizou o ISA em sua pesquisa para analisar as condições de salubridade ambiental intra-urbana em Santa Rita/PB. Os resultados mostraram a viabilidade do modelo, possibilitando essa análise e podendo servir de auxílio na tomada de decisão para melhoria das condições de salubridade ambiental.

Posteriormente, Rúbio Júnior (2011) verificou as condições de salubridade ambiental no Conjunto Habitacional Buba, localizado no Município de Foz do Iguaçu/PR. O empreendimento pertence ao programa de habitação do município, onde foram analisadas 400 residências, levando em conta aspectos de saneamento, condições de moradia e condições socioeconômicas.

Cunha (2012), no município de Itaguaçu e em mais três povoados (Barreiros, Fazenda Almas e Rio Verde I), no estado da Bahia, utilizou-se da metodologia do ISA desenvolvido pelo CONESAN e do Indicador de Condições de Moradia (ICM) desenvolvido por Silva (2006), para realizar a análise integrada das variáveis representativas da salubridade ambiental. Incluiu critérios para priorizar ações que possam melhorar a qualidade do ambiente e moradia.

Albuquerque (2013), em seu trabalho, elaborou um estudo sobre a salubridade ambiental da comunidade rural de Saramém, no município de Brejo Grande, no estado de Sergipe. Diante da flexibilidade de adaptações permitidas pelo ISA, foram acrescentados o sub-indicador de Características de Moradia, Satisfação com Moradia e o Entorno, o sub-indicador de Saúde Pública e o sub-indicador de Espaço Público Comunitário, não existentes no ISA original.

Baggio (2013) avaliou o estado de salubridade ambiental do município de Cocal do Sul/SC. Para isso, dividiu o município em duas unidades de análise, rural e urbana, compreendendo 39 setores censitários para identificar quais os setores que precisavam de maior investimento e planejamento. Em função da indisponibilidade de dados, esse trabalho desconsiderou o Indicador de Recursos Hídricos e o Indicador Socioeconômico.

Viana (2013) utilizou o ISA no município de Itapemirim/ES como indicador-base e os indicadores de drenagem, de condições de moradia e de educação como auxiliares, relacionando-os com condições de moradia. A aplicação do ISA foi feita em todo município e os resultados mostraram grande variação de locais insalubres à salubres.

Em Minas Gerais, no município de Juiz de Fora, Oliveira (2014) desenvolveu um trabalho com a aplicação do ISA de forma a possibilitar uma análise da salubridade ambiental, por bairros, da situação de saneamento da cidade. Para isso, utilizou-se de dados do Censo Demográfico de 2010 e realizou, com essas informações aplicadas ao ISA, um ranqueamento dos bairros da cidade de Juiz de Fora, da melhor para pior condição de salubridade.

Observa-se em todas as adaptações acima, que a escala de aplicação do ISA é uma escala municipal, onde estão disponíveis a maior parte dos dados referentes ao saneamento básico, no entanto, Pedrosa (2014) propôs uma metodologia para avaliar o desempenho ambiental de uma área de interesse social, observando se os padrões de desempenho tecnológicos dos projetos foram adequadamente contextualizados, sob diversos cenários de urbanização. O caso de estudo foi a comunidade Novo Horizonte, localizada na zona sul do município de Campina Grande/PB. Para isso, foi desenvolvida uma metodologia para aferição da salubridade ambiental, definido de índice de salubridade ambiental para a comunidade Novo Horizonte (ISA/NH), composto por sete indicadores relacionados com o saneamento ambiental, a saúde pública e aspectos socioeconômicos.

2.5 O Modelo ISA/JP

O modelo ISA/JP trata de uma adaptação do ISA desenvolvido pelo CONESAN, em 1999. Nesse trabalho, desenvolvido por Batista (2005), o Indicador de Salubridade Ambiental é aplicado na análise intra-urbana por setor censitário e bairro, contribuindo com a gestão urbana no município. A área em estudo compreende parte dos bairros litorâneos do município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Os bairros selecionados apresentam um maior grau de urbanização, totalizando 72 setores censitários, definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

O ISA/JP teve como objetivo contribuir na construção de um sistema de indicadores referentes a salubridade ambiental, analisando os seguintes componentes: Abastecimento de água, Esgotos Sanitários, Resíduos Sólidos, Controle de Vetores, Recursos Hídricos, socioeconômico e Drenagem Urbana. A obtenção de dados foi proveniente de diferentes fontes, tomando-se como base os dados principal a do IBGE – Censo de 2000.

Seu cálculo foi obtido pela média ponderada de indicadores específicos, onde foram avaliados não apenas atributos quantitativos, mas também qualitativos, bem como a gestão dos sistemas. O sub-indicador de drenagem urbana (I_{du}) foi incorporado na avaliação da salubridade ambiental. Tomou, como referência, os dados da pesquisa realizada por Nóbrega (2002), na qual hierarquizou os problemas de infra-estrutura nos bairros costeiros da cidade de João Pessoa e apontou os problemas de drenagem na cidade, na adoção de critérios para a

classificação de performance da drenagem urbana, servindo de instrumento para o diagnóstico das condições gerais da drenagem no meio urbano.

A autora ressalta que, com a introdução do I_{du} , adaptou-se o indicador de Recursos Hídricos (I_{rh}), adotando novos pesos para os sub-indicadores correspondentes ao esgotamento sanitário (I_{es}) e resíduos sólidos (I_{rs}). Assim o ISA/JP compõe-se segundo a Equação 21.

$$ISA/JP = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,10I_{du} + 0,05I_{se} \quad (21)$$

Onde:

I_{ab} = Sub-indicador de Abastecimento de Água;

I_{es} = Sub-indicador de Esgotos Sanitários;

I_{rs} = Sub-indicador de Resíduos Sólidos;

I_{cv} = Sub-indicador de Controle de Vetores;

I_{rh} = Sub-indicador de Recursos Hídricos;

I_{se} = Sub-indicador Sócio Econômico;

I_{du} = Sub-indicador de Drenagem Urbana.

Cada sub-indicador, constituído por três indicadores terciários, foi obtido pela formulação específica dos dados referentes aos 79 bairros estudados, possibilitando a geração do indicador ISA/JP por setor censitário. Com esse resultado foi calculado o ISA/JP por bairro pela ponderação da área dos setores censitários de cada bairro. O valor da expressão do ISA varia de 0 a 1, que indica a classificação variando de insalubre a salubre (OLIVEIRA, 2014).

O trabalho utilizou-se também de SIG como SADE (Sistema de Apoio à Decisão). Através do SIG pôde ser feito o cálculo dos dados coletados e a espacialização das informações, posteriormente agregadas a um banco de dados espacial integrado e georreferenciado, permitindo uma visão da área em estudo de forma geral. Batista (2005) finaliza destacando que o modelo proposto com o uso do SIG e seus recursos de gerenciamento, visualização das informações, análises e interferências espaciais, pode ser utilizados como um SADE, sendo assim um importante instrumento para diagnosticar e auxiliar no processo de decisão quanto às melhorias das condições de drenagem urbana.

Destacou-se no trabalho que, com a aplicação do modelo ISA/JP integrado a um SADE constitui-se um instrumento valioso para o planejamento de ações estruturais e não-estruturais e de saneamento ambiental na malha urbana.

2.6 Dados censitários como apoio a construção de indicadores

A construção de um sistema de indicadores sociais, para o uso em políticas públicas tem início com a explicitação da demanda de interesse, e a partir dessa definição, busca-se então delinear dimensões, os componentes ou as ações operacionais vinculadas. Para o acompanhamento dessas ações, em termos de eficácia no comprimento das metas e da sua efetividade, buscam-se dados administrativos e estatísticas públicas (por exemplo, as produzidas pelo IBGE), que, reorganizados na forma de taxas, proporções, índices ou mesmo em valores absolutos, transformam-se em indicadores sociais (JANUZZI, 2005).

O Censo Demográfico do IBGE é um importante instrumento para o conhecimento das condições sociais dos municípios brasileiros. Produzem informações imprescindíveis para a definição de políticas públicas e para a tomada de decisões de investimentos. Constituem a única fonte de referência sobre a situação de vida da população nos municípios brasileiros e nos seus recortes internos, sendo, através dos seus dados atualizados, que as realidades podem ser conhecidas (IBGE, 2000). Pela abrangência temática e possibilidades de desagregação espacial, a principal fonte de informação para construção de indicadores municipais no Brasil é o Censo Demográfico, realizado a cada dez anos (HAKKERT, 1996 *apud* JANUZZI, 2002).

Para Jannuzzi (2002), os dados administrativos e as estatísticas públicas disponíveis viabilizam o objetivo original dos indicadores. As variáveis censitárias descrevem diversas características de elementos físicos (domicílios) e sociais (pessoas) dentro da estrutura urbana. Para permitir a compreensão mais ampla e capturar essas características, torna-se necessário construir um indicador que sintetize, em um único valor numérico, as condições físico-ambientais e socioeconômicas em cada setor censitário (BARROS FILHO, 2006).

Barros Filho (2009) destaca que, ao longo dos anos, vem sendo aperfeiçoado de forma conceitual e metodológica o tratamento dos dados censitários. Com o progresso técnico e a tendência de descentralização administrativa das políticas públicas no Brasil, tem sido

possível prover informações para as várias instâncias de planejamento local e formulação de políticas públicas mais focalizadas.

No trabalho desenvolvido por Batista (2005), juntamente com os de outras fontes, tomou-se como base o levantamento do IBGE feito em 2000. Nesse, os dados do IBGE, por setores censitários, também serviram de base para o cálculo do ISA/JP. O setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua e com dimensão adequada à operação de pesquisas (IBGE, 2011). A autora destaca que o detalhamento “pode ser feito na obtenção de dados primários por setor censitário, que permitiu a visualização da variabilidade que ocorre nos bairros” (BATISTA, 2005, p. 81).

Santos (2008) também em sua pesquisa na área urbana de Aquidauana/MS utilizou os setores censitários do IBGE como base para aplicação dos indicadores e fontes de informações. Esses setores foram a base para aplicação, análise e comparação do modelo de indicadores adotados, permitindo identificar e visualizar as desigualdades e os problemas locais em cada um dos setores, permitindo assim o levantamento de informações a respeito do saneamento ambiental da área urbana, através dos indicadores ambientais.

2.7 Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Burrough (1986) define SIG como um poderoso elenco de ferramentas para colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real. Composto por subsistemas ou módulos que permitem o armazenamento e recuperação de dados espaciais e atributos relacionados (banco de dados), obtendo resultados de análises estatísticas na forma de tabelas, gráficos e geração de relatórios, mapas e modelos digitais.

Importantes para o processo de tomada de decisão, a evolução geotecnologias permitem a sua utilização cada vez mais frequente como ferramenta de auxílio à análise espacial. Batista (2005) explica que a utilização de SIGs vem crescendo de forma acelerada em todo mundo, pelo fato dessa ferramenta possibilitar um melhor gerenciamento de informações e por consequência, melhorias nos processos de tomada de decisão em áreas de grande complexidade como planejamento municipal, estadual e federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública, etc.

Ainda, segundo Cruz e Campos (2004), os SIG, desde a sua concepção inicial, apresentam mecanismos sofisticados para manipulação e análise espacial de dados, permitindo uma visualização bem intuitiva dos dados do que a visualização provenientes de relatórios e gráficos convencionais.

Para Câmara *et al.* (2002) o processo de análise espacial envolve um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno.

De acordo Câmara *et al.* (1996), os SIG podem ser estruturados da seguinte forma:

I - Interface com usuário;

II - Entrada e integração de dados;

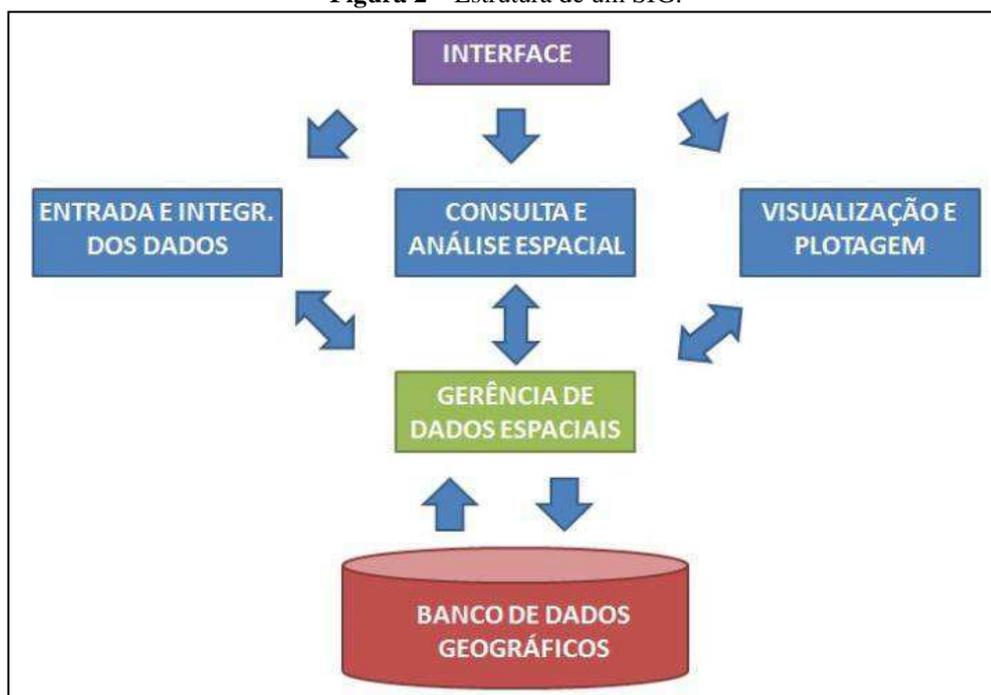
III – Funções de análise de dados espaciais;

IV - Visualização e plotagem;

V - Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Esses componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. o nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise e visualização). No nível mais interno, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais de seus atributos. A estrutura que o compõe pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura de um SIG.



Fonte: Adaptado de Batista (2005).

Silva (2006) destaca duas características importantes dos SIGs que oferece possibilidades de manipular um grande volume de dados:

- SIGs possibilitam a integração, em um único banco de dados, das informações geográficas geradas de infinitas fontes, tais como dados cartográficos, dados censitários, cadastro urbano e rural, imagens de satélites, etc;
- SIGs disponibilizam ferramentas para a recuperação, a manipulação e a visualização das informações armazenadas, através de formas de análise e manipulação.

Segundo Câmara (1995) existem pelo menos três maneiras de utilização de um SIG: como tecnologia de gerenciamento de uma base de dados geográficos, como suporte para análise espacial de fenômenos e como ferramenta para produção cartográfica.

Um SIG pode estar associado à análise espacial como ferramenta para desenvolvimento de estudos, através da manipulação de dados espaciais de diferentes formas, extraindo conhecimentos adicionais como resposta, permitindo assim um melhor entendimento do fenômeno e a possibilidade de se fazer previsões (BAILEY, 1994).

Rufino (2004) destaca que, em razão da aptidão do SIG em simular e inter-relacionar eventos de natureza intrinsecamente espacial, é possível projetar cenários para planejamento, bem como a modelagem de funções de correlação e interação de dados de monitoramento para efeito de controle, supervisão e obtenção de diagnósticos.

Os softwares SIG comportam dados de diferentes fontes e formatos, sejam dados espaciais e não espaciais. Melo Filho e Rufino (2015) explicam que, por essa razão, dados alfanuméricos como os dados censitários, por exemplo, podem ser facilmente inseridos e trabalhados dentro de um ambiente SIG.

A capacidade de armazenamento e de associação da informação ao espaço geográfico através de um SIG torna a análise espacial uma ferramenta de grande auxílio aos planejadores e tomadores de decisão (CRUZ e CAMPOS, 2004).

Dessa forma, a utilização de SIGs apresenta-se como uma importante ferramenta na gestão sócio/ambiental dos municípios, devido à possibilidade de manipulação de um grande volume de dados, como os que os indicadores envolvem, a fim de elaborar medidas para atender as demandas de serviços decorrentes da expansão urbana.

2.8 Salubridade Ambiental e Qualidade de Vida

Como visto, a salubridade ambiental é um dos aspectos mais importantes para alcançar satisfatoriamente a qualidade de vida humana. Com um conceito bastante abrangente, a qualidade de vida envolve diversos problemas e abordagens. Entre outros conceitos a qualidade de vida pode ser definida como o grau de atendimento das expectativas dos indivíduos relacionadas às suas vivências e necessidades (GÓMEZ, 2001).

Para que um ambiente esteja em um estado de salubridade ideal todas as questões que o interferem ainda que de forma indireta devem ser analisadas (ARAVECHIA JUNIOR, 2010).

Para Santos e Martis (2007), a qualidade de vida urbana desenvolve-se em quatro campos: condições ambientais (aspectos naturais e físicos da cidade), condições materiais coletivas (instalações e infraestrutura utilizadas pelos cidadãos), condições econômicas (questões relacionadas a condições individuais e caracteriza a cidade como centro de atividade econômica) e condições sociais (dimensões sociais e relacionamento entre pessoas). Para os autores esses campos de análise estão intensamente interligados.

2.8.1 A influência da Vegetação na Salubridade Ambiental.

No âmbito das condições ambientais, aspectos relacionados a fatores da natureza como disponibilidade de espaços verdes e o clima possuem forte associação com a Qualidade de Vida (SANTOS E MARTIS, 2007).

Vários estudos constataam a influência da vegetação no desempenho do conforto ambiental, podendo alterá-lo de forma positiva ou negativa. Aravechia Junior (2010) defende que todas as questões diretamente e indiretamente ligadas à população devem ser levadas em consideração para se alcançar o estado de salubridade ideal de um ambiente, para proporcionar saúde e qualidade de vida das pessoas. Souza (2010), complementa, afirmando que a salubridade de um lugar depende de fatores físicos, mas também envolve o bem estar das pessoas que estão inseridas no ambiente.

Dias (2003) explica a salubridade como sendo “o conjunto das condições materiais e sociais necessárias para se alcançar um estado propício à saúde, condições estas influenciadas pela cultura”.

O conforto ambiental define-se como sendo uma sensação de bem-estar relacionada com fatores ambientais como: temperatura (temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do ar, níveis de iluminação, níveis de ruído entre outros) e a funcionalidade, propiciando bem-estar ao maior número possível de pessoas. Por essa razão vários estudos buscam se aprofundar na temática do conforto ambiental, para que se compreenda a influência dos diversos fatores que o compõem (BARTHOLOMEI, 2003).

O conforto térmico é um dos fatores que mais interferem na qualidade de vida das pessoas, agindo como importante promotor de condições agradáveis ao ser humano. A sensação de conforto térmico ocorre quando o organismo humano está em equilíbrio térmico com o ambiente, sem o auxílio de nenhum mecanismo de termo regulação (PAULA, 2004).

Um dos indicadores ambientais de qualidade ambiental é a vegetação. A vegetação desempenha papel fundamental no controle da temperatura do ambiente, amenizando os problemas ambientais, além de trazer inúmeras vantagens para as cidades. No entanto, esse equilíbrio térmico vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas causadas pela ausência de vegetação. Com o crescimento desordenado das cidades, a vegetação está sendo reduzida, quase que desaparecendo por completo da paisagem urbana, causando uma maior incidência

da radiação solar nas construções, que retorna ao meio externo sob forma de calor (BARTHOLOMEI, 2003).

Mascaró e Mascaró (2002) citam alguns dos diversos aspectos na qual a vegetação contribui para melhoria do clima urbano:

1. Amenização da radiação solar ao modificar a temperatura e a umidade relativa do ar do recinto pelo sombreamento, amenizando as altas temperaturas da estação quente no clima subtropical e durante o ano na região tropical. Além disso, atua na redução da temperatura nas superfícies dos pavimentos e fachadas das edificações, assim como na sensação de calor dos usuários;
2. Modificação da velocidade e direção dos ventos;
3. Atuação como barreira acústica;
4. Interferência na frequência das chuvas (quando em grandes quantidades);
5. Redução da poluição do ar através da fotossíntese e da respiração.

Mascaró e Mascaró (2002) destacam ainda o papel das árvores, em especial de grande porte, em provocar um aumento da umidade relativa do ar, acrescentando ao recinto urbano uma maior capacidade térmica, provocando também a queda diurna das variações de temperatura.

Os autores Mello Filho (1985) e Milano (1987) descrevem algumas das funções essenciais que a vegetação urbana desempenha:

- Função química: através da absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar;
- Função ecológica: as árvores oferecem abrigo e alimento aos animais, protegem e melhoram os recursos naturais (solo, água, flora e fauna) e, no caso das árvores de acompanhamento viário, tem a função de atuarem como corredores verdes que interligam as demais estruturas vegetais existentes (parques, praças, remanescentes de vegetação nativas, áreas rurais);
- Função física: as copas das árvores oferecem sombra, proteção térmica e ajudam a atenuar os ruídos;
- Função paisagística: quebra da monotonia da paisagem através das diferentes formas e texturas decorrentes de suas mudanças estacionais;
- Função psicológica: a arborização é fator determinante da salubridade mental, pois exerce influência direta sobre o bem estar do ser humano.

A vegetação dentro do ambiente urbano pode apresentar-se de diversas formas e recebem diferentes classificações, de acordo com a forma e a fisionomia que se apresentam. Daltoé, Cattoni e Loch (2004, p. 3-4), classificam as áreas verdes com base nos seus estudos sobre a cidade de São José – SC. Os autores elegem seis categorias de áreas verdes:

- Áreas verdes do sistema viário - Predominam vegetações de porte arbustivo e herbáceo. Representam os canteiros, trevos e rotatórias, associados ou não às redes de transmissão de energia. Apresentam-se com valor ecológico variando de baixo a médio e valor cênico médio. Por não possuírem nenhuma estrutura que possa atender às necessidades da população, possuem um baixo valor social.
- Áreas verdes de uso particular - Predominam vegetações de porte arbóreo. Neste grupo estão situadas as áreas verdes que se apresentam em domínios de uso habitacional particular. São áreas inacessíveis para uso público devido à ausência de acessos e infra-estruturas. Seu valor ecológico é médio, enquanto o cênico e de conforto apresenta-se variando de médio a alto. Devido à impossibilidade de uso direto pelo público seu valor social varia entre médio e baixo.
- Áreas verdes residuais - Áreas herbáceo-arbustivas com ou sem cobertura arbórea. Em geral, representam as áreas verdes em loteamentos recentes ou em fase de implantação. Não se enquadram na classificação quanto aos valores cênicos, sociais e ecológicos devido à instabilidade da situação de uso atual.
- Áreas verdes institucionais - Possuem distintas configurações, representadas pelos jardins, áreas verdes de uso institucional, campos de futebol etc. Seu valor cênico é alto e seu valor ecológico e social é médio, devido à restrição de alguns equipamentos para uso da coletividade.
- Áreas verdes públicas e/ou de uso coletivo - Nesse grupo enquadram-se as áreas verdes de composição mista com arborização significativa (espécies exóticas e nativas). Compreendem as praças, parques e bosques urbanos, assim como áreas arborizadas dentro dos complexos históricos. Possuem alto valor ecológico, cênico e social.
- Áreas livres não arborizadas (vazios urbanos) - Compreendem as coberturas herbáceo-arbustivas (predominantemente gramíneas). Os lotes vazios, característicos principalmente em áreas urbanas de consolidação recente, caracterizam este grupo.

Para que as áreas verdes possam desempenhar suas funções elas precisam fazer parte do planejamento urbano, aliadas a políticas públicas eficazes, que sejam capazes de aliar o crescimento das cidades com a manutenção das áreas verdes (LONDE *et al.*, 2014).

Independente da forma como se apresentam, são notáveis os benefícios que a vegetação proporciona à saúde e ao bem-estar da população. Desse modo, a conservação e a construção de áreas verdes no espaço urbano deve ser considerada por parte dos gestores como elemento fundamental na promoção da qualidade de vida e de uma maior salubridade.

2.9 Influência da Densidade Urbana na Qualidade de Vida Urbana

No caso do presente trabalho, buscou-se analisar os aspectos físicos urbanos que interferem na qualidade de vida. Portanto, salubridade ambiental é aqui avaliada pela densidade urbana vista como fator de influência na salubridade ambiental do ponto de vista do conforto urbano.

Scussel e Sattler (2010), ao avaliarem o impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial, constaram que os aumentos da taxa de ocupação dos terrenos, do índice de aproveitamento e das alturas máximas geram desconfortos aos moradores ao modificar a paisagem e intensificar o trânsito de veículos.

A densidade construtiva, juntamente com a geometria da cidade, é uma das variáveis que influi diretamente no ambiente térmico urbano, condicionando a quantidade de radiação solar que incide sobre os materiais construtivos, armazenando calor nas superfícies e as reflexões térmicas entre as edificações (VASCONCELOS, 2014). Freitas (2003) em seu estudo no ambiente urbano constatou que áreas amplamente edificadas, com grandes afastamentos conseguem melhor dispersão de emissão veicular e proporcionando um melhor conforto térmico do que áreas adensadas e com poucos recuos.

Em um estudo sobre índices urbanísticos e ambiente térmico em São Carlos/SP, analisando a influência da forma urbana no ambiente térmico das cidades, verificou-se que o Coeficiente de Ocupação (CO) tem uma leve influência na temperatura do ar, enquanto os coeficientes de aproveitamento (CA) e a cobertura vegetal urbana (CVU) indicaram uma influência térmica mais significativa. A autora justifica que no caso da cobertura vegetal esse comportamento é esperado, mas no caso dos coeficientes de aproveitamento (CA) essa

redução da temperatura do ar pode estar relacionada à altura das edificações, o que gera sombreamento.

No entanto, esses índices urbanísticos, apesar de serem os mais comuns e de fácil utilização por parte dos urbanistas e projetistas, são incapazes de traduzir a realidade morfológica do espaço construído, motivando a procura de outros indicadores que forneçam leituras mais precisas (ALVES, 2011).

A densidade é um dos mais importantes indicadores e parâmetros de desenho urbano utilizados no processo de planejamento e gestão dos assentamentos humanos, servindo como instrumento de apoio à formulação e tomada de decisão no momento de formalizar e decidir a forma de extensão de uma determinada área da cidade. Diversos fatores influenciam a densidade urbana (habitacional e demográfica), sendo preciso compreender essas forças que geram mudanças dinâmicas na densidade urbana (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). Esses fatores são:

- Tipologia Habitacional;
- Tamanho e forma dos edifícios;
- Legislação de planejamento;
- Tamanho e dimensão do lote;
- Disponibilidade de Solo Urbano;
- Tamanho da família;
- Layout do assentamento e equilíbrio entre público e privado;
- Standards das ruas, infraestrutura e transporte.

Acioly e Davidson (1998) enfatizam também que a forma urbana vinculada à alta ou à baixa densidade, causa impactos ao meio ambiente e na qualidade ambiental.

No Quadro 6, podemos identificar as vantagens e as desvantagens de diferentes densidades urbanas.

Quadro 6 – Vantagens e Desvantagens das altas e baixas densidades.

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ALTA DENSIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência na Oferta de Infraestrutura - Vitalidade Urbana - Maior Controle Social - Economias de Escalas - Facilidade de acesso aos consumidores - Uso eficiente da terra - Geração de receitas - Maior acessibilidade a emprego 	<ul style="list-style-type: none"> - Criminalidade - Sobrecarga nas estruturas - Poluição - Maior risco de degradação ambiental - Congestionamentos
BAIXA DENSIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Menos poluição - Mais silêncio e tranquilidade - Possibilidades de saneamento de baixo custo 	<ul style="list-style-type: none"> - Precária acessibilidade aos serviços - Altos custos para oferta e manutenção dos serviços - Pouca interação e controle social - Altos custos e precariedade do transporte público - Excesso de consumo de terra urbana e infraestrutura

Fonte: Adaptado de Acioly e Davidson (1998).

Apesar dos índices urbanísticos que são utilizados como diretrizes para ocupação, a densidade está sujeita a fatores externos que podem causar divergências entre o que foi planejado e o executado. Acioly e Davidson (1998) explicam que o tamanho do lote, a taxa de ocupação e o índice de aproveitamento relevam as dimensões mais visíveis da densidade; o total de espaço que é ou será construído e ocupado por atividades e edificações.

A morfologia urbana está relacionada também com questões de conforto ambiental. Almeida Júnior (2005) explica que a densidade e a geometria das edificações criam uma superfície rugosa que influencia na circulação do ar e também no transporte de calor e vapor de água. Rocha, Souza e Castilho (2011), ao tratarem da influencia da morfologia urbana na temperatura do ar, confirmam que comportamento térmico urbano altera-se à medida que a morfologia dos espaços é alterada. O estudo demonstra que o fenômeno da ilha de calor é minimizado quando há presença de vegetação e a permeabilidade do solo.

2.10 Influência da Capacidade de Armazenamento de Água na Qualidade de Vida

Santos e Martis (2007) colocam as condições materiais coletivas (instalações e infraestrutura utilizadas pelos cidadãos) como um dos campos para o desenvolvimento da qualidade de vida. Nesse contexto, a capacidade de armazenamento de água residencial pode ser considerada como parâmetro para avaliar a salubridade e o nível de qualidade de vida urbana.

Apesar da água ser essencial à manutenção da vida, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2014), apenas 3% da água existente no Planeta corresponde à água doce, e a parte utilizável para o consumo é inferior a 0,01% de toda a água do Planeta. Esses números demonstram que a água é um recurso extremamente reduzido, sendo necessária a sua administração para que seu fornecimento seja feito com qualidade, de forma regular e acessível a todas as populações.

O Brasil, apesar de abrigar cerca de 13,7 % de toda água doce do mundo, ainda sofre com problemas de disponibilidade desse recurso em decorrência da localização geográfica dos recursos hídricos. A Agência Nacional de Águas (ANA, 2010) divulgou a relação entre a disponibilidade de água entre as diversas regiões do país. A Tabela 12 apresenta esses números.

Tabela 12 – **Densidade demográfica e concentração dos Recursos Hídricos no Brasil, por região.**

Região	Densidade Demográfica (hab/km²)	Concentração dos Recursos Hídricos no Brasil
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	46,58	6,5%

Fonte: IBGE/ANA (2010).

Quase 70% dos recursos hídricos do país encontra-se na região Norte, que possui uma baixa densidade demográfica. Em contrapartida, as demais regiões, onde reside a maior parcela da população, precisam dividir o pouco mais de 30% restantes dos recursos hídricos disponíveis. A região Nordeste, em especial, é a que mais sofre com a escassez de água, tanto no que se refere à disponibilidade dos recursos hídricos, quanto no que se refere à baixa pluviosidade e irregularidade de chuvas na região.

O semiárido brasileiro, que abrange a maior parte dos estados do Nordeste, apesar de ser um dos mais chuvosos do Planeta, possui elevados déficits hídricos, sendo denominado também de Polígono das Secas, caracterizando-se pela distribuição irregular da precipitação no tempo, pelos solos rasos, rios intermitentes e escassos recursos hídricos, constituindo restrições para utilização regular dos recursos hídricos (GHEYI *et al.*, 2012).

Galvão *et al.* (2002) citam várias causas dos colapsos ou racionamentos severos que vários sistemas de abastecimento urbano de água no semiárido brasileiro vêm enfrentando, são elas:

- a) a variabilidade climática é muito grande;
- b) as bacias hidrográficas são, em geral, bastante impactadas por intervenções antropogênicas, como o desmatamento e a construção descontrolada de reservatórios;
- c) os reservatórios têm múltiplos e conflitantes usos, inclusive irrigação;
- d) o monitoramento hidrometeorológico e das demandas de água são imprecisos ou, muitas vezes, inexistentes;
- e) as instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos ainda não estão adequadamente estabelecidas ou consolidadas.

À exemplo da cidade de Campina Grande, localizada no semi-árido paraibano, que em sua trajetória história enfrenta o convívio de uma população sempre crescente com a escassez hídrica e ofertas diferenciadas de água, em quantidade e qualidade. O atual sistema de abastecimento de água de Campina Grande e outras 26 cidades menores é baseado no reservatório Epitácio Pessoa, situado em uma região muito seca, com alta variabilidade climática e altas taxas de evaporação, tal localização acaba por agravar a crise hídrica. (GALVÃO *et al.*, 2016).

Além da disponibilidade de água não ser uniforme, a oferta de água tratada reflete os contrastes entre as desigualdades sociais. O acesso a água se torna mais desigual dependendo do nível de renda da população. O PNUD (2006) corrobora com essa informação, ao afirmar que o Brasil, apesar de concentrar aproximadamente 12% da água doce existente no Planeta, 20% da população mais carente sofre com problemas de cobertura de água maiores do que países pobres como o Vietnã.

Com a rápida urbanização e conseqüente aumento da demanda de consumo de água, o problema da escassez de água vem se agravando nas últimas décadas. A Organização das

Nações Unidas (ONU), em Assembléia Geral realizada em 2010, declarou o acesso a água potável como um dos direitos fundamentais do ser humano. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003), são necessários entre 50 a 100 litros de água por pessoa, por dia, para garantir o suprimento das necessidades básicas e a minimização de problemas de saúde. No entanto, a organização prevê que até 2050, a problemática da escassez de água afetará dois terços da população mundial.

A falta de acesso a água potável causa impactos diretos sobre a saúde humana, ao promover doenças causadas por agentes biológicos. Dados da Organização Panamericana da Saúde (OPAS, 2001) apontam que, a cada ano, mais de cinco milhões de pessoas morrem de alguma doença associada à má qualidade da água, ambiente doméstico sem higiene e falta de sistemas de esgotamento sanitário. Pádua *et al* (2006) explicam que um dos principais mecanismos de transmissão de doenças causadas pela água deve-se a transmissão que ocorre pela insuficiência da quantidade de água por indivíduo, provocando uma higiene deficiente, como doenças de pele, nos olhos e doenças transmitidas por piolhos. No Brasil, a falta de saneamento é causa de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, implicando gastos de US\$ 2,5 bilhões. A estimativa é que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, haveria uma economia de R\$ 5,00 em serviços de saúde.

Diante desse quadro, Pádua *et al.* (2006) explicam que na ausência de fornecimento contínuo de abastecimento de água via rede geral, quer por problemas causados pelo homem ou pela escassez de chuvas, a população precisa recorrer ao armazenamento em vasilhames que se tornam locais propícios ao desenvolvimento de mosquitos como o da dengue.

As caixas d'água domiciliares, que são reservatórios de pequeno porte, permitem armazenar a água potável e garantir o suprimento constante de água, podendo ser construídos abaixo ou acima do solo, no alto das edificações. No entanto, as condições de estocagem de água devem ser adequadas para manutenção da qualidade da água dentro dos padrões de qualidade estabelecidos em legislação específica, em locais que impeçam a entrada de sujeira e garantam a conservação da água. O volume ideal dos reservatórios variam de acordo com o padrão de consumo dos usuários e a frequência de interrupção no abastecimento, as flutuações na pressão da rede pública.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece vários documentos normativos que determinam requisitos que estabelecem padrões de estocagem e manutenção dos reservatórios de água, bem como os materiais para garantir além da preservação da potabilidade da água armazenada, evitar o crescimento de algas e microorganismos. A

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece algumas recomendações para limpeza de reservatórios de água domésticos, as caixas d'água ou reservatórios devem ser lavados e desinfetados (higienizado) no mínimo a cada 6 meses.

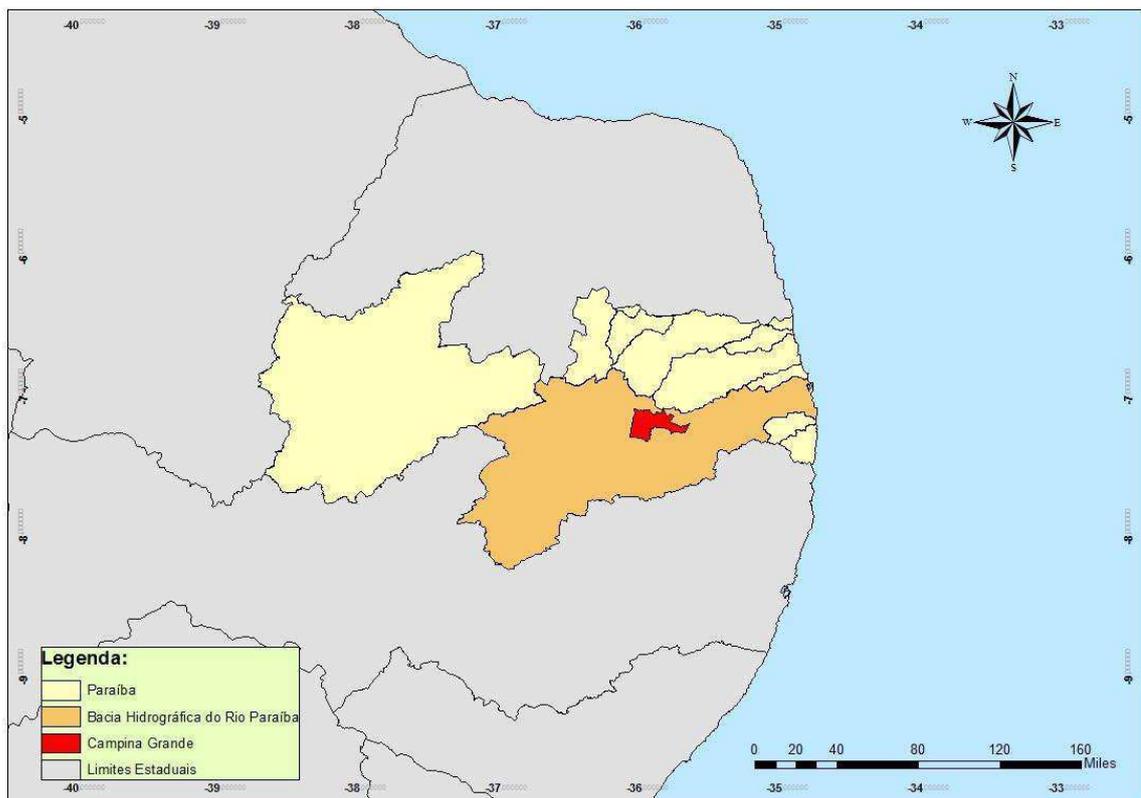
Mediante o que foi exposto, observa-se que apesar do conceito contemporâneo do direito a saúde e qualidade de vida para todos, regulamentado pela Constituição Federal de 1988, a população mais carente é a que mais sofre em períodos de escassez e racionamento de água. Muitos não têm condições financeiras para comprar reservatórios de água, sendo estes, os mais penalizados.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho, a área de estudo é a cidade de Campina Grande, que está localizada no agreste, entre o litoral e o sertão do estado da Paraíba, a $7^{\circ}13'32''$ de latitude Sul e a $35^{\circ}52'38''$ de longitude Oeste (Figura 3). De acordo com os dados do IBGE (2014), o município possui uma área de 594,182 km², com uma população de 402.912 habitantes e densidade demográfica de 678,10 habitantes por km². Quanto à distribuição da população, 95,33% desses residem em áreas urbanas e 4,67 % compreende a população rural.

Figura 3 – Perímetro urbano e localização da área de estudo.



Fonte: Araújo (2012).

Campina Grande é o segundo município em população do estado, exercendo influência política e econômica sobre as cidades circunvizinhas (PEREIRA e MELO, 2008). Segundo

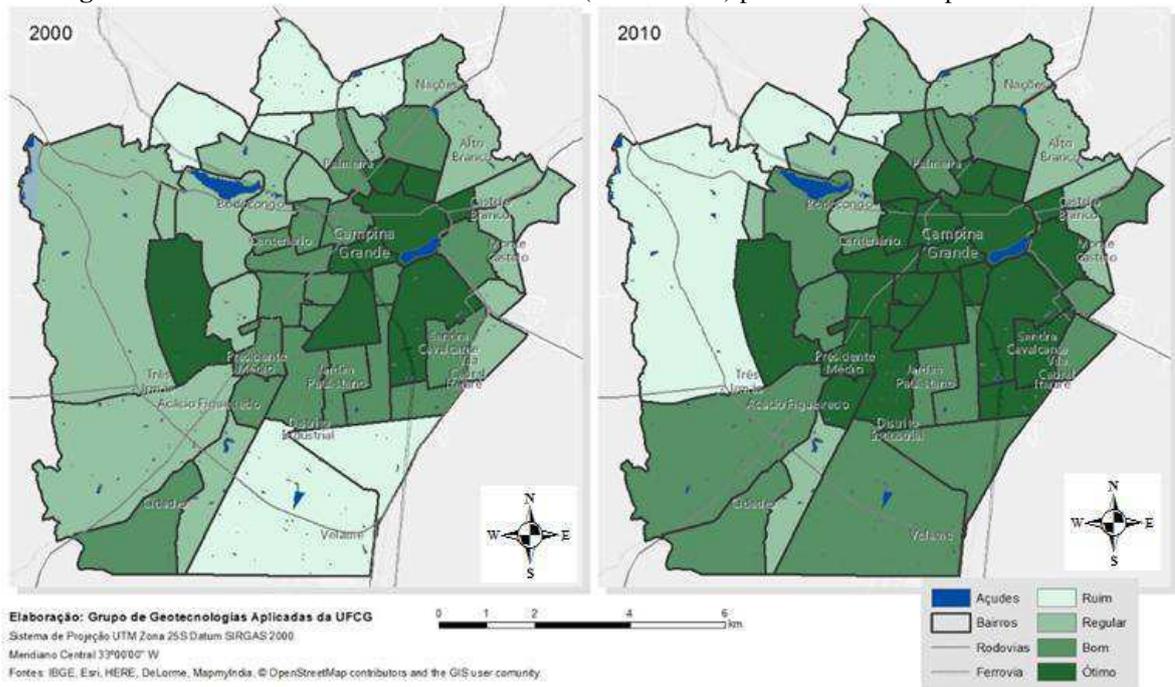
dados da Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG) o município possui oficialmente 49 bairros e 440 setores censitários.

Em decorrência do crescimento populacional do município nas últimas décadas, houve mudanças do espaço urbano que ocorreram, na maioria das vezes, sem planejamento adequado. A cidade encontra-se em acelerado processo de transformação impulsionada pela dinâmica imobiliária que vem alterando a sua paisagem urbana através da intensificação do processo de verticalização e do espraiamento da cidade, devido a implantação de novos condomínios horizontais (CORDÃO, 2009; SILVA e BARROS FILHO, 2014). Silva *et al.* (2012) explicam que o planejamento e a gestão do espaço urbano de Campina Grande estão em descompasso com as dinâmicas socioambientais pois os espaços livres públicos apresentam-se desarticulados e ameaçados de ocupações indevidas, devido a pressão por novos territórios urbanizados.

Diante desse cenário, a escolha do município de Campina Grande para aplicação da metodologia do ISA deu-se em razão da necessidade de mapear as diferentes condições de salubridade ambiental na malha urbana, podendo vir a ser útil na gestão municipal.

Em relação ao acesso ao saneamento básico (entendido como acesso ao esgotamento sanitário, à drenagem pluvial, à coleta de lixo e ao abastecimento de água pela rede geral), dados do Censo de 2010 comprovam que, em relação ao ano 2000, a cidade apresentou aumento do acesso aos serviços de saneamento básico. A Figura 4 apresenta uma espacialização dos dados censitários para os anos de 2000 e 2010 referentes à infraestrutura de saneamento básico do município.

Figura 4 – Infraestrutura de Saneamento Básico (2000 e 2010) por bairros de Campina Grande-PB.

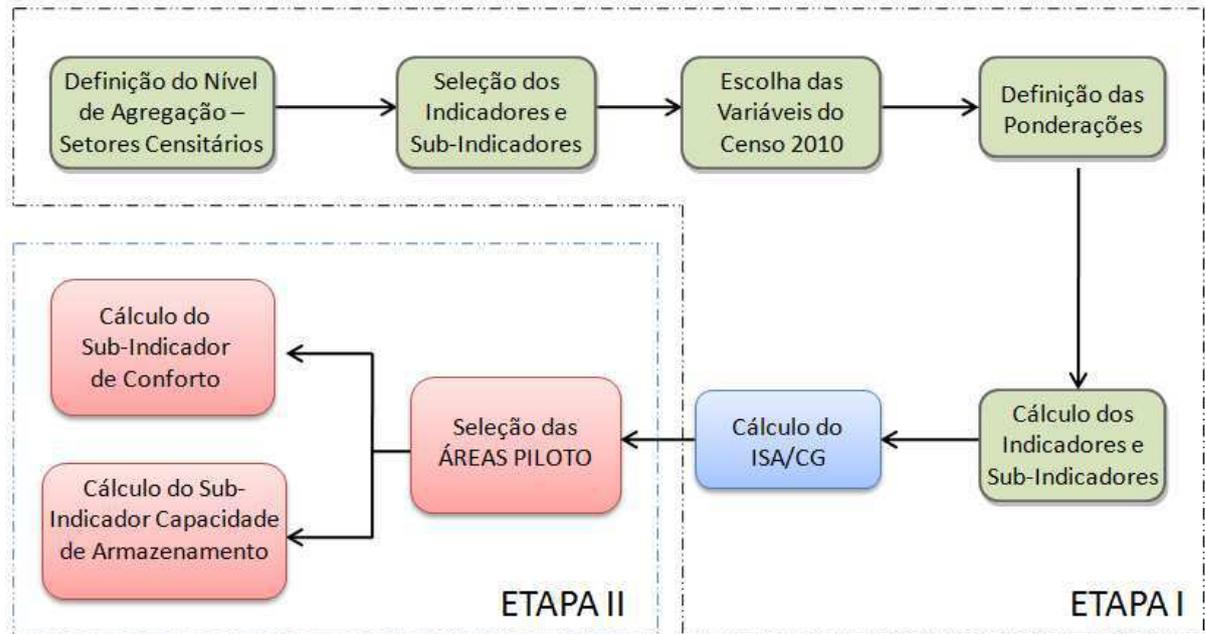


Fonte: Melo Filho e Rufino (2015).

3.2 Abordagem Metodológica: Adaptações e Contextualizações do ISA

Este estudo foi realizado em duas etapas distintas. Na primeira etapa, foi desenvolvido um modelo de diagnóstico da salubridade ambiental, para análise intra-urbana, por setor censitário do município de Campina Grande, aqui definido como ISA/CG. Na segunda etapa, foram desenvolvidos novos sub-indicadores aplicáveis a uma análise mais micro (fração urbana), utilizando para tanto, quatro setores censitários como áreas piloto. Uma visualização esquemática das etapas que compõem este trabalho pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma da metodologia adotada.



O ISA/CG trata-se de uma adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do estado de São Paulo – CONESAN (1999), que foi criado como objetivo avaliar as condições de salubridade e para servir de subsídio no desenvolvimento de políticas públicas. O modelo do CONESAN é estruturado e composto a partir de uma fórmula obtida pela média ponderada de indicadores específicos, com componentes de abastecimento de água (I_{ab}), esgotamento sanitário (I_{es}), resíduos sólidos (I_{rs}), controle de vetores (I_{cv}), recursos hídricos (I_{rh}) e socioeconômico (I_{se}), e com valores variando de 0 a 1, dados pela Equação 22.

$$ISA_{CONESAN} = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,05I_{se} \quad (22)$$

Para a análise intra-urbana da salubridade ambiental de Campina Grande foram escolhidos quatro dos seis sub-indicadores citados anteriormente: abastecimento de água (I_{ab}), esgotamento sanitário (I_{es}), resíduos sólidos (I_{rs}) e socioeconômico (I_{se}), além da incorporação do Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}). O I_{du} , desenvolvido por Batista (2005), permitiu uma classificação de performance da drenagem urbana da cidade de João Pessoa por meio da avaliação do estado das vias urbanas, relativo à possibilidade de ocorrências de inundação, defeitos (erosão, formação de calhas, desgaste na superfície) e pavimentação (vias que possuem). Além disso, Batista (2005) tomou como base as ponderações atribuídas por

Nóbrega (2002), o qual realizou uma pesquisa de opinião de hierarquização de problemas de infraestrutura nos bairros costeiros da cidade de João Pessoa, apontando os problemas de drenagem mais significativos.

Sendo assim, com a introdução do I_{du} , o modelo ISA/CG é calculado através da média ponderada dos cinco indicadores citados, conforme a Equação 23:

$$ISA/CG = I_{ab} + I_{es} + I_{rs} + I_{du} + 0,05I_{se} \quad (23)$$

Onde:

I_{ab} = Indicador de Abastecimento de Água

I_{es} = Indicador de Esgotamento Sanitário

I_{rs} = Indicador de Resíduos Sólidos

I_{du} = Indicador de Drenagem Urbana

I_{se} = Indicador Socioeconômico

Resumidamente, as mudanças feitas nos indicadores que compõem o ISA/CG em relação ao ISA/CONESAN foram:

1) *Exclusão do Indicador de Recursos Hídricos*

Este indicador visa avaliar a qualidade e a disponibilidade dos mananciais para abastecimento de água. No entanto, como o município de Campina Grande dispõe de um manancial unificado para abastecimento, todos os setores apresentariam o mesmo valor para o indicador, não representando nenhuma contribuição para a pesquisa.

2) *Exclusão do Indicador de Controle de Vetores*

A exclusão desse indicador deu-se em razão da indisponibilidade de dados referentes à ocorrência de doenças ligadas a veiculação hídrica (Dengue, Esquistossomose e Leptospirose) por setor censitário, apenas por bairros.

3) *Inserção do Indicador de Drenagem Urbana*

A inclusão desse indicador deu-se em razão necessidade de introduzir a avaliação da qualidade da drenagem urbana nas avaliações da salubridade ambiental.

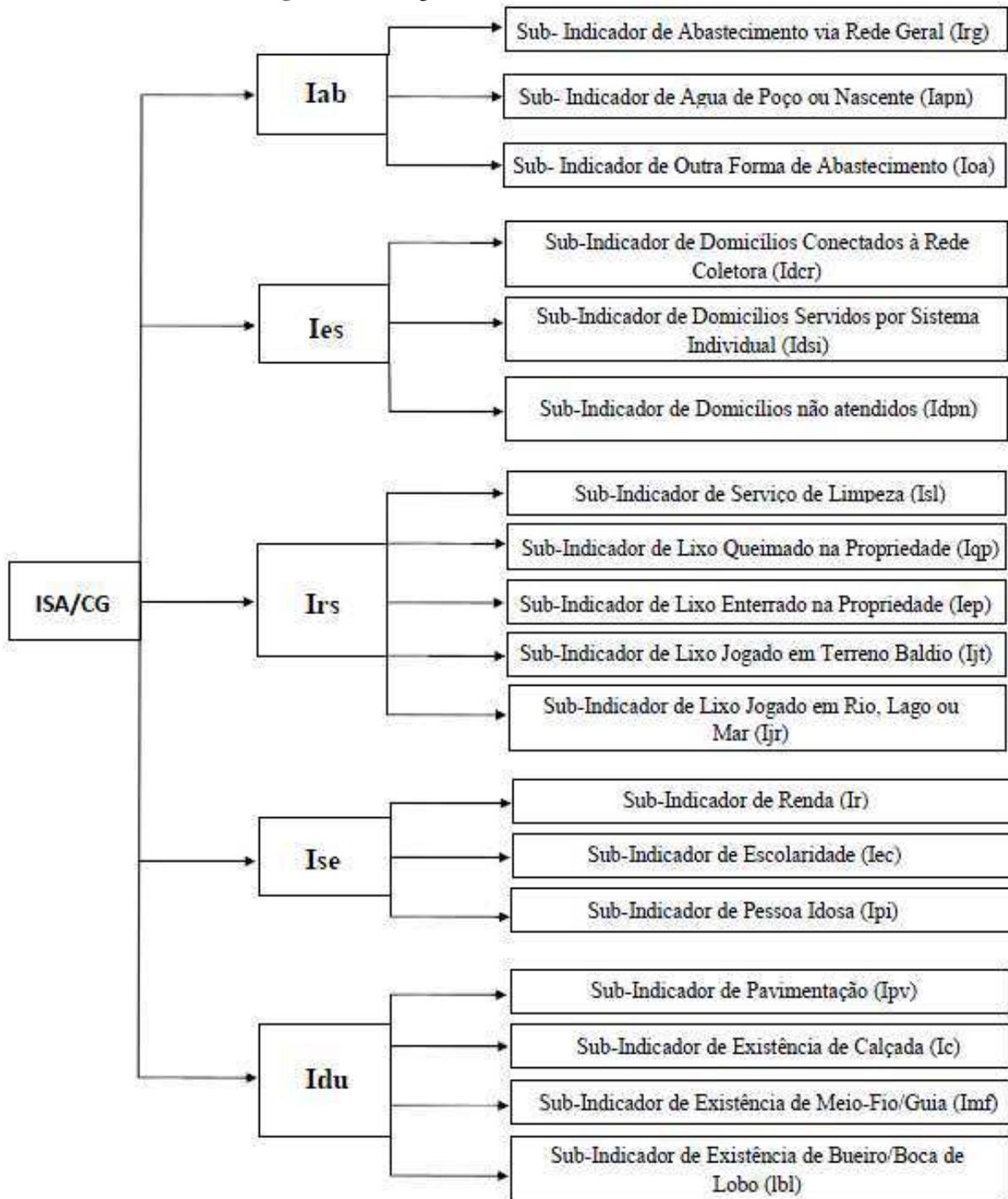
Esses indicadores, selecionados para o modelo do ISA/CG, são compostos por um grupo de sub-indicadores, relacionados de forma direta ou indiretamente com a salubridade ambiental, o que possibilitou fornecer um diagnóstico efetivo das áreas estudadas.

É importante destacar que o objetivo da análise intra-urbana é realizar uma classificação hierárquica, resultante da combinação de todos os sub-indicadores obtidos, para fazer uma comparação entre as áreas da cidade. Para isso, foi preciso elaborar parâmetros de adequação da metodologia do ISA à realidade local, de acordo com as unidades de agregação espaciais aplicáveis. Assim, durante o processo de coleta de dados, para permitir uma análise comparativa e, ainda assim, não mascarar a diversidade das condições de salubridade que, eventualmente, podem ocorrer quando os valores desse indicador são analisados para uma agregação por bairros ou em outro nível maior de agregação, optou-se por utilizar como unidade de trabalho os setores censitários de 2010 da área em estudo, definidos IBGE (2010).

Dessa forma, foram feitas várias adaptações na forma de cálculo de cada um desses sub-indicadores, condicionando-os a esse nível de agregação. Para a escolha das variáveis censitárias que compõem os sub-indicadores, um dos fatores determinantes também foi à disponibilidade de dados por setor censitário. Para tanto, foram utilizados dados referentes a cada indicador e sub-indicadores, obtidos a partir do Censo Demográfico 2010 para o município de Campina Grande, expressos para os setores censitários em domicílio e/ou indivíduos, abrangendo características dos domicílios, em especial os domicílios particulares permanentes, bem como dos seus responsáveis.

Na Figura 6 está demonstrado o fluxograma do ISA/CG.

Figura 6 – Fluxograma dos Indicadores do ISA/CG.



Os componentes de cada indicador do ISA/CG e suas variáveis são descritos mais detalhadamente no Quadro 7.

Quadro 7 – Componentes e Variáveis do ISA/CG.

Componente	Variável	Sub-indicador
Abastecimento de Água (I _{ab})	Origem da água no domicílio	Domicílios atendidos pela rede pública (I _{rg})
		Domicílios abastecidos com água de poço ou nascentes (I _{apn})
		Domicílios com outra forma de abastecimento de água (I _{oa})
Esgotamento Sanitário (I _{es})	Destino dos dejetos sanitários do domicílio	Domicílios com esgotamento sanitário via rede geral (I _{dcr})
		Domicílios com esgotamento via sistema individual (I _{dsi})
		Domicílios sem destinação adequada dos dejetos sanitários (I _{dpn})
Resíduos Sólidos (I _{rs})	Destino dos resíduos sólidos domiciliares	Domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza (I _{sl})
		Domicílios com lixo queimado na propriedade (I _{qp})
		Domicílios com lixo enterrado na propriedade (I _{ep})
		Domicílios com lixo jogado em terreno baldio (I _{jt})
		Domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar (I _{jr})
Socioeconômico (I _{se})	Situação socioeconômica do domicílio	Domicílios cujo responsável recebe acima de 3 salários mínimos (I _r)
		Domicílios cujo responsável é alfabetizado (I _{esc})
		Domicílios com moradores pessoas acima de 60 anos (I _{pi})
Drenagem Urbana (I _{du})	Existência de elementos de drenagem urbana no entorno domicílios	Domicílios com existência de pavimentação em seu entorno (I _{p_v})
		Domicílios com existência de calçada em seu entorno (I _c)
		Domicílios com existência de meio-fio/guia em seu entorno (I _{mf})
		Domicílios com existência de bueiro/boca de lobo em seu entorno (I _{mf})

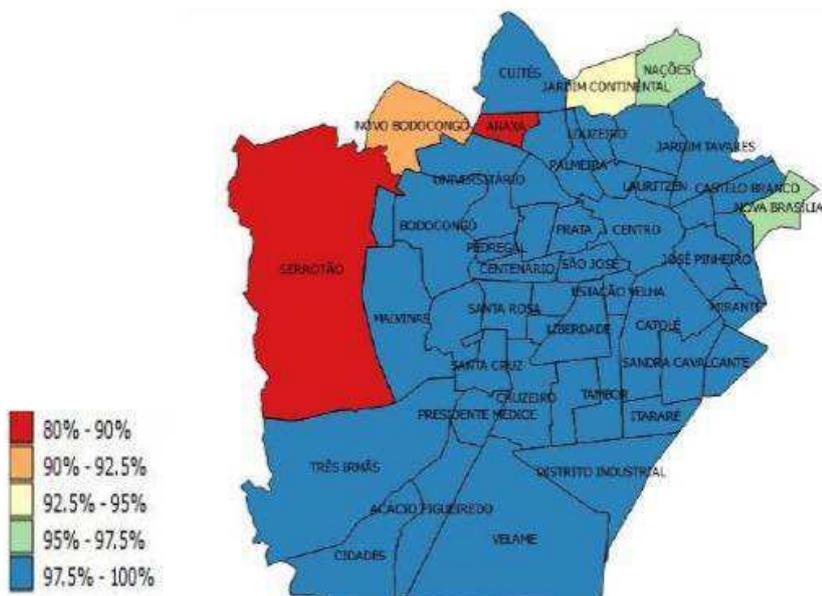
O detalhamento dos cinco indicadores selecionados para compor o ISA/CG, com suas respectivas adaptações na forma de cálculo, que foram condicionadas à disponibilidade de dados por setor censitário no município de Campina Grande, é demonstrado nos itens seguintes.

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

O abastecimento de água é de fundamental importância para promover a salubridade ambiental. Segundo o IBGE (2011), a distribuição de água de boa qualidade e em quantidade adequada à população é essencial para o saneamento básico, assegurando saúde e bem-estar à sociedade, permitindo o seu desenvolvimento sustentável. Oliveira (2014) afirma que o acesso a água tratada está diretamente relacionado à saúde e higiene de uma população, tornando-a mais protegida das doenças de veiculação hídrica. Sendo assim, esse indicador possui grande relevância. Sendo importante para quantificar os domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento de água, monitorar a qualidade de água distribuída no município e a frequência de atendimento, permitindo analisar a qualidade de vida da população e da prestação do serviço de saneamento básico.

Campina Grande é abastecida pelo Açude Epitácio Pessoa (popularmente chamado de “Boqueirão”) e tem seu sistema de abastecimento operado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Dari (2015) destaca que, segundo esse órgão, há uma universalização dos serviços de abastecimento de água, ou seja, uma cobertura de 100% dos domicílios ligados à rede de abastecimento. Entretanto, baseado em dados do IBGE (2010), ainda existem algumas áreas na cidade nas quais a água não chega à torneira da população, conforme revela a Figura 7.

Figura 7 – Distribuição Espacial do abastecimento de água em Campina Grande.



Fonte: Dari (2015)

A intermitência no fornecimento de água no sistema público de distribuição é um problema muito comum e uma possível forma de contaminação da água. Quando ocorre a interrupção no fornecimento de água da rede, a pressão é reduzida, podendo até tornar-se negativa, causando a sucção de substâncias, ou até mesmo de água contaminada do ambiente externo, disseminando-a após a regularização do abastecimento (DIAS, 2003).

Outro aspecto fundamental diz respeito à qualidade da água, devendo essa ser potável e dentro dos padrões para o consumo humano. A presença de coliformes fecais indica a contaminação por excretas humanos, e de acordo com a Portaria 2.914/2011, o padrão microbiológico da água para consumo humano recomenda ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras analisadas no mês.

Para o componente Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}) (Equação 24) foram calculados os Sub-Indicador de Abastecimento de Água via Rede Geral (I_{rg}), o Sub-Indicador de Água de Poço ou Nascente (I_{apn}) e o Sub-Indicador de Outra Forma de Abastecimento (I_{oa}).

$$I_{ab} = I_{rg} + I_{apn} + I_{oa} \quad (24)$$

Sendo assim, o Sub-Indicador de Abastecimento de Água via Rede Geral (I_{rg}) deu-se pela razão entre o número de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral (V012) e o número total de domicílios de determinado setor censitário (V001) conforme Equação 25.

$$I_{ca} = \frac{n^{\circ} \text{ de domicílios com abastecimento pela rede geral de distribuição}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (25)$$

O cálculo do Sub-Indicador de Água de Poço ou Nascente (I_{apn}) refere-se à razão entre domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade (V013) e o número total de domicílios de determinado setor censitário (V001) conforme Equação 26.

$$I_{apn} = \frac{n^{\circ} \text{ de domic\u00edlios com abastecimento de \u00e1gua de po\u00e7o ou nascente}}{n^{\circ} \text{ total de domic\u00edlios}} \quad (26)$$

O Sub-Indicador de Outra Forma de Abastecimento (I_{oa}) se constituiu pela raz\u00e3o entre os domic\u00edlios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de \u00e1gua (V015) e o n\u00famero total de domic\u00edlios de determinado setor censit\u00e1rio (V001) como apresentado na Equa\u00e7\u00e3o 27. Foi considerado como Outra Forma de Abastecimento (I_{oa}) quando a forma de abastecimento de \u00e1gua do domic\u00edlio era proveniente de po\u00e7o ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, \u00e1gua da chuva armazenada de outra forma, rio, a\u00e7ude, lago ou igarap\u00e9 ou outra forma de abastecimento de \u00e1gua, diferente das descritas anteriormente.

$$I_{oa} = \frac{n^{\circ} \text{ de domic\u00edlios com outra forma de abastecimento de \u00e1gua}}{n^{\circ} \text{ total de domic\u00edlios}} \quad (27)$$

Dessa forma, o Indicador de Abastecimento de \u00c1gua (I_{ab}) permite realizar, de forma confi\u00e1vel, a caracteriza\u00e7\u00e3o da cobertura do abastecimento de \u00e1gua por meio da utiliza\u00e7\u00e3o de dados censit\u00e1rios.

No Quadro 8 s\u00e3o apresentados os sub-indicadores que comp\u00f5em o I_{ab} , o n\u00famero de vari\u00e1vel utilizada e a planilha correspondente.

Quadro 8 – Sub-Indicadores que Comp\u00f5em o I_{ab} .

Sub- Indicador	Fonte de Dados	N\u00famero da Vari\u00e1vel	Planilha Correspondente
Via rede geral (I_{rg})	Censo 2010	V012	Domicilio01_UF.csv
\u00c1gua de po\u00e7o ou nascente (I_{apn})	Censo 2010	V013	Domicilio01_UF.csv
Outra forma de abastecimento (I_{oa})	Censo 2010	V015	Domicilio01_UF.csv

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

3.2.2 Indicador de Esgotamento Sanit\u00e1rio – I_{es}

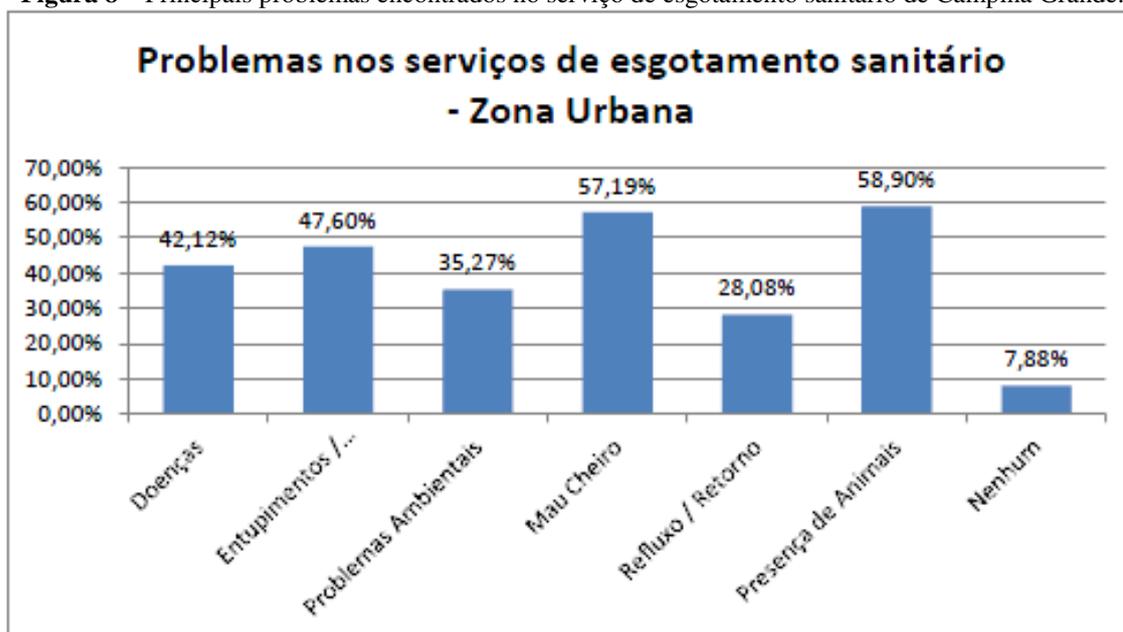
De acordo com a Lei 11.445/07, um dos principais componentes do saneamento b\u00e1sico \u00e9 o esgotamento sanit\u00e1rio, juntamente como um conjunto de a\u00e7\u00f5es que visam alcan\u00e7ar a salubridade ambiental e, conseq\u00fcentemente, melhorias na qualidade de vida das pessoas. \u00c9

notório que um sistema de esgotos sanitário eficaz protege a população da exposição a organismos causadores de doenças, além de promover proteção ao meio ambiente.

No município de Campina Grande, segundo dados da CAGEPA (2014), existem 85.593 ligações totais de esgoto e o volume de esgotos tratados é de 19.071.800 m³/ano. No entanto, segundo o prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) divulgado no mesmo ano, aproximadamente 95% da vazão de esgoto coletado não chega a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), em virtude de que grande parte da vazão de esgoto gerada é desviada antes de chegar à ETE.

Além disso, o diagnóstico do PMSB de Campina Grande (2014) apresenta alguns problemas detectados no sistema de esgotamento do município, apontados como causa da falta de rede de esgoto ou de não haver manutenção nas redes de esgoto existentes, como pode ser visto detalhadamente na Figura 8.

Figura 8 – Principais problemas encontrados no serviço de esgotamento sanitário de Campina Grande.



Fonte: Diagnóstico PMSB de Campina Grande (2014).

Para se obter o cálculo do Indicador de Esgotamento Sanitário, devido à indisponibilidade de dados para calcular o volume tratado de esgotos por setor censitário, foi proposta uma reformulação dos sub-indicadores. Dessa forma, foi levada em consideração a avaliação da qualidade do serviço através dos domicílios com acesso ao sistema de coleta, permitindo assim exprimir a situação do sistema de esgotamento sanitário por setores.

No trabalho realizado por Oliveira (2014), em função da indisponibilidade da discriminação de dados referente à porcentagem do esgoto tratado para bairros do município, foi considerado somente o acesso à rede geral de esgoto para a caracterização do Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}). No entanto, nessa pesquisa considera-se importante avaliar não apenas a população atendida pelo serviço de esgotamento sanitário, mas também a população atendida por sistema de tratamento individual e a população que não possui nem coleta de esgoto e nem um sistema de tratamento individual, por cada área.

Assim, o Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}) (Equação 28) foi expresso pelo Sub-Indicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{dcr}), o Sub-Indicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{dsi}) e o Sub-Indicador de Domicílios não atendidos (I_{dpn}).

$$I_{es} = I_{dcr} + I_{dsi} + I_{dpn} \quad (28)$$

O Sub-Indicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{dcr}) foi obtido pela razão entre os domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (V017) e o número total de domicílios de determinado setor censitário (V001) como apresentado na Equação 29.

$$I_{dcr} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de dom. com banheiro e esgotamento via rede geral de esgoto ou pluvial}}{\text{n}^\circ \text{ total de domicílios}} \quad (29)$$

O Sub-Indicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{dsi}) é calculado pela razão entre as variáveis abaixo e o número total de domicílios de determinado setor censitário (V001), conforme apresentado na Equação 30.

- Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário, e esgotamento sanitário via fossa séptica (V018);
- Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário, e esgotamento sanitário via fossa rudimentar (V019).

$$I_{dsi} = \frac{n^{\circ} \text{ de dom. com banheiro e esotamento via fossa séptica} + n^{\circ} \text{ de dom. com banheiro e esgotamento via fossa rudimentar}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (30)$$

O Sub-Indicador de Domicílios não atendidos (I_{dpn}), por sua vez, é calculado pela razão entre as variáveis listadas a seguir e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário, conforme apresentado na Equação 31.

- Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala (V020);
- Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (V021);
- Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro (V022).

$$I_{dpn} = \frac{n^{\circ} \text{ de dom. com banheiro e esgotamento via vala} + n^{\circ} \text{ de dom. com banheiro e esgotamento via rio, lago ou mar} + n^{\circ} \text{ de dom. com banheiro e esgotamento via outro escoadouro}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (31)$$

O fato das variáveis incluírem a existências de banheiro ou sanitário de uso exclusivo dos moradores é visto como um ponto positivo na avaliação da salubridade nos domicílios, mesmo que não haja a destinação correta desses esgotos.

No Quadro 9 temos os sub-indicadores que compõem o I_{es} , o número das variáveis utilizadas e a planilha fonte do IBGE correspondente.

Quadro 9 – Sub-Indicadores que compõem o I_{es} .

Sub- Indicador	Fonte de Dados	Número da Variável	Planilha Correspondente
Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{dcr})	Censo 2010	V017	Domicilio01_UF.csv
Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{dsi})	Censo 2010	V018 V019	Domicilio01_UF.csv
Domicílios não atendidos (I_{dpn})	Censo 2010	V020 V021 V022	Domicilio01_UF.csv

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

3.2.3 Indicador de Resíduos Sólidos – I_{rs}

No município de Campina Grande, de acordo com a Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA, 2014), a execução dos serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos ficam a cargo da SESUMA, da empresa terceirizada Light Engenharia e de particulares geradores, sendo dividida como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Divisão da Execução dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Execução dos serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos em Campina Grande	
Prefeitura (SESUMA)	Varição, capinação, recolhimento de animais mortos, coleta de podas de árvores, coletas especiais, limpeza de córregos, limpeza de feiras livres, limpeza de terrenos baldios, limpeza dos sistemas de drenagem, pintura de meio fio, limpeza de cemitérios, praças e áreas verdes.
Serviço Terceirizado (Light Engenharia)	Coleta de resíduos sólidos domiciliares.
Particulares	Coleta dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), coleta de resíduos industriais, coleta de Resíduos da Construção Civil (RCC) e coleta de grandes geradores.

Fonte: SESUMA (2014).

Ainda segundo a SESUMA (2014), a varrição de ruas ocorre diariamente no Centro e nos bairros adjacentes, já o serviço de coleta de resíduos domiciliares ocorre diariamente no Centro e três vezes por semana nos demais bairros da zona urbana, abrangendo 95% dos domicílios da cidade.

De acordo com o PMSB de Campina Grande, não existe coleta seletiva de resíduos sólidos por parte da prefeitura, ficando essa ação restrita a Associações de Catadores que agem por conta própria. Dessa forma, apenas uma pequena parcela da população é atendida por esse tipo de coleta.

Até ser desativado em 2015, todo resíduo proveniente da coleta domiciliar e dos serviços de limpeza, tanto pela prefeitura quanto pelo serviço terceirizado, tinha como destinação final o Aterro Sanitário pertencente ao município de Puxinanã – PB, custando à Prefeitura de Campina Grande o equivalente a R\$ 32,90 por tonelada de resíduo depositado. O diagnóstico do PMSB destaca que ainda existem 962 terrenos na cidade utilizados como “pequenos lixões”, trazendo problemas relacionados à presença de vetores.

Dessa forma, o Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}) se destaca como um importante elemento para avaliação da cobertura de coleta de resíduos, ao quantificar os domicílios atendidos pelo serviço de Coleta de Resíduos Sólidos. O cálculo desse indicador (Equação 32) é composto pelas variáveis: Sub-Indicador de Serviço de Limpeza (I_{sl}), Sub-Indicador de Lixo Queimado na Propriedade (I_{qp}), Sub-Indicador de Lixo Enterrado na Propriedade (I_{ep}), Sub-Indicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt}) e o Sub-Indicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr}).

$$I_{rs} = I_{sl} + I_{qp} + I_{ep} + I_{jt} + I_{jr} \quad (32)$$

O Sub-Indicador de Serviço de Limpeza (I_{sl}) se constituiu pela razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo coletado (V035) e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário (Equação 33).

$$I_{sl} = \frac{\textit{n}^{\circ} \textit{ de domicílios com lixo coletado}}{\textit{n}^{\circ} \textit{ total de domicílios}} \quad (33)$$

O Sub-Indicador de Lixo Queimado na Propriedade (I_{qp}) refere-se à razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade (V038) e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário (Equação 33).

$$I_{qp} = \frac{\textit{n}^{\circ} \textit{ de domicílios com lixo queimado na propriedade}}{\textit{n}^{\circ} \textit{ total de domicílios}} \quad (34)$$

Para o cálculo do Sub-Indicador de Lixo Enterrado na Propriedade (I_{ep}) é calculado pela razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade (V039) e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário (Equação 35).

$$I_{ep} = \frac{\textit{n}^{\circ} \textit{ de domicílios com lixo enterrado na propriedade}}{\textit{n}^{\circ} \textit{ total de domicílios}} \quad (35)$$

O Sub-Indicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt}) tem como forma de cálculo a razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro (V040) e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário (Equação 36).

$$I_{jt} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de domicílios com lixo jogado em terreno baldio o logradouro}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (36)$$

Por fim, o Sub-Indicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr}) é dado pela razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar (V041) e o número total de domicílios (V001) de determinado setor censitário (Equação 37).

$$I_{jr} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (37)$$

No Quadro 11 são apresentados os sub-indicadores que compõem o I_{rs} , o número das variáveis utilizadas e a planilha do IBGE (dado fonte) correspondente.

Quadro 11 – Sub-Indicadores que Compõem o I_{rs} .

Sub- Indicador	Fonte de Dados	Número da Variável	Planilha Correspondente
Serviço de Limpeza (I_{sl})	Censo 2010	V035	Domicilio01_UF.csv
Lixo Queimado na Propriedade (I_{qp})	Censo 2010	V038	Domicilio01_UF.csv
Lixo Enterrado na Propriedade (I_{ep})	Censo 2010	V039	Domicilio01_UF.csv
Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt})	Censo 2010	V040	Domicilio01_UF.csv
Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr})	Censo 2010	V041	Domicilio01_UF.csv

Fonte: IBGE (2010).

3.2.4 Indicador de Drenagem Urbana – I_{du}

Aravéchia Junior (2010) analisa que uma estrutura ideal de saneamento é aquela que possui os sistemas básicos, dentre eles a drenagem urbana. Completa dizendo “a drenagem urbana é um importante componente do sistema de saneamento, sendo determinante para o combate de vetores (o destino correto das águas pluviais evita que vetores possam proliferar em águas paradas)”.

A ineficiência do sistema de drenagem fica evidente imediatamente após as precipitações significativas, acarretando inundações e alagamentos, resultando em perdas materiais e problemas de saúde pública, uma vez que propicia o aparecimento de doenças a proliferação de vetores de doenças (OLIVEIRA, 2014).

Para essa pesquisa, o Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}) contou com informações das características urbanísticas do entorno dos domicílios para os setores urbanos do Censo 2010. Essas características urbanísticas do entorno dos domicílios apresentam informações sobre presença de iluminação pública, pavimentação, arborização, bueiro/boca de lobo, lixo acumulado, esgoto a céu aberto, meio-fio ou guia, bem como calçada e rampa para cadeirante.

Sendo assim, o cálculo do Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}) (Equação 38) foi obtido considerando o Sub-indicador de Pavimentação (I_{pv}), Sub-Indicador de Existência de Calçada (I_c), o Sub-indicador de Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf}) e o Sub-Indicador de Existência de Bueiro/Boca de Lobo (I_{bl}).

$$I_{du} = I_{pv} + I_c + I_{mf} + I_{bl} \quad (38)$$

O Sub-Indicador de Existência de Pavimentação (I_{pv}) (Equação 39) se constituiu pela razão entre o número de domicílios com existência de pavimentação em seu entorno (V014, V016 e V018) e número total de domicílios.

$$I_{pv} = \frac{n^{\circ} \text{ de domicílios com existência de pavimentação em seu entorno}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios}} \quad (39)$$

O Sub-Indicador de Existência de Calçada (I_c) (Equação 40) se constituiu pela razão entre o número de domicílios com existência de calçada em seu entorno (V020, V022 e V024) e número total de domicílios.

$$I_c = \frac{\textit{n}^\circ \textit{ de domicílios com existência de calçada em seu entorno}}{\textit{n}^\circ \textit{ total de domicílios}} \quad (40)$$

O Sub-Indicador de Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf}) (Equação 41) se constituiu pela razão entre o número de domicílios com existência de meio-fio/guia em seu entorno (V026, V028 e V030) e número total de domicílios.

$$I_{mf} = \frac{\textit{n}^\circ \textit{ dom. com existência de meio fio ou guia em seu entorno}}{\textit{n}^\circ \textit{ total de domicílios}} \quad (41)$$

O Sub-Indicador de Existência de Bueiro/Boca de Lobo (I_{bl}) (Equação 42) se constituiu pela razão entre o número de domicílios com existência de bueiro/boca em seu entorno (V032, V034 e V036) e o número total de domicílios (V001).

$$I_{apn} = \frac{\textit{n}^\circ \textit{ dom. com existência de bueiro ou boca de lobo em seu entorno}}{\textit{n}^\circ \textit{ total de domicílios}} \quad (42)$$

No Quadro 12 temos os sub-indicadores que compõem o I_{du} , o número das variáveis utilizadas e a planilha correspondente.

Quadro 12 – Sub-Indicadores que compõem o I_{du} .

Sub- Indicador	Fonte de Dados	Número da Variável	Planilha Correspondente
Pavimentação (I_{pv})	Censo 2010	V014	Entorno 01_UF.xls
		V016	
		V018	
Existência de Calçada (I_c)	Censo 2010	V020	Entorno 01_UF.xls
		V022	
		V024	
Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf})	Censo 2010	V026	Entorno 01_UF.xls
		V028	
		V030	
Existência de Bueiro/Boca de Lobo (I_{bl})	Censo 2010	V032	Entorno 01_UF.xls
		V034	
		V036	

Fonte: IBGE (2010).

3.2.5 Indicador Socioeconômico – I_{se}

Para o Indicador Socioeconômico foi proposta a substituição das variáveis utilizadas pelo CONESAN (1999) por variáveis relacionadas à renda, escolaridade e longevidade da população.

O cálculo do Indicador Socioeconômico (I_{se}) (Equação 43) foi obtido através de três variáveis: Indicador de Renda (I_r), Indicador de Escolaridade do Chefe do Domicílio (I_{esc}) e o Indicador de Pessoa Idosa (I_{pi}). Esses indicadores foram escolhidos em função da disponibilidade de dados.

$$I_{se} = I_r + I_{esc} + I_{pi} \quad (43)$$

Pedrosa (2014) explica que a renda familiar facilita aos moradores as condições de materializar a manutenção e melhorias/reformas nas unidades habitacionais. Assim, quanto maior for a renda, maiores são as possibilidades de promover modificações que contribuem para um incremento da salubridade ambiental.

O Sub-Indicador de Renda (I_r) (Equação 44) foi representado pelo obtido na relação entre o número de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal superior a três

salários mínimos (ALMEIDA e ABIKO, 2000) e o número de pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos de determinado setor censitário.

$$I_r = \frac{n^{\circ} \text{ de pessoas com renda acima de três salários mínimos}}{n^{\circ} \text{ de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes}} \quad (44)$$

Quanto ao nível de escolaridade, utilizou-se o Índice de Escolaridade do Chefe do Domicílio, que visa avaliar os domicílios cujo responsável pela família possui pelo menos o 1º grau completo (Equação 45).

$$I_{esc} = \frac{n^{\circ} \text{ de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas}}{n^{\circ} \text{ de pessoas responsáveis pelo domicílio}} \quad (45)$$

Esse indicador é importante na avaliação da salubridade ambiental, pois, como destaca Dias (2003), o grau de escolaridade contribui para o nível de exigência da comunidade para com o Poder Público na demanda de ações de melhorias para garantir a salubridade local. Além disso, um maior grau de escolaridade implica em um maior conhecimento dos veículos de contaminação, bem como nas variadas formas de prevenção de doenças decorrentes de um ambiente insalubre.

Para conceber o Indicador de longevidade utilizou-se o Indicador de População Idosa (I_{pi}), que visa avaliar a qualidade de vida através do indicativo de longevidade. Esse parâmetro foi entendido como um indicativo de qualidade de vida, uma vez que entende-se que está associado às condições adequadas de saúde. Assim o Indicador de Pessoa Idosa considerou o número de domicílios com pessoas acima de 60 anos, sendo obtido pela Equação 46.

$$I_{pi} = \frac{n^{\circ} \text{ de pessoas acima de 60 anos}}{n^{\circ} \text{ de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes}} \quad (46)$$

No Quadro 13 temos os sub-indicadores que compõem o I_{se} , o número da variável utilizada e a planilha correspondente.

Quadro 13 – Sub-Indicadores que compõem o I_{sc} .

Sub- Indicador	Fonte de Dados	Número da Variável	Planilha Correspondente
Renda (I_r)	Censo 2010	V006	ResponsavelRenda_UF.xls
		V007	
		V008	
		V009	
Escolaridade (I_{esc})	Censo 2010	V093	Responsável02_UF.xls
Pessoa Idosa (I_{pi})	Censo 2010	V094 à V0134	Responsável02_UF.xls

Fonte: IBGE (2010).

3.3 Seleções e Ponderações: Primeira Etapa

Os sub-indicadores selecionados para compor cada indicador da Equação 23 encontram-se descritos nos Quadros de 14 a 18, sendo a eles atribuídos pesos que variam de 0 a 100, utilizando como critério de ponderação a forma mais adequada (de melhor qualidade) de prestação de cada serviço analisado. Na medida em que a situação se torna mais longe do adequado ou do salubre, menor o peso atribuído à variável (mais insalubre).

Quadro 14 – Variáveis e pesos do Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}).

Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})	Peso
Sub-Indicador de Abastecimento de Água Via Rede Geral (I_{rg})	70
Sub-Indicador de Abasteci.de Água Via Água de Poço ou Nascente (I_{apn})	20
Sub-Indicador de Abastecimento Via Outra Forma de Abastecimento (I_{oa})	10

Quadro 15 – Variáveis e pesos do Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}).

Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es})	Peso
Sub-Indicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{dcr})	60
Sub-Indicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{dsi})	30
Sub-Indicador de Domicílios Não Atendidos (I_{dpn})	10

Quadro 16 – Variáveis e pesos do Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}).

Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})	Peso
Sub-Indicador de Serviço de Limpeza (I_{sl})	75
Sub-Indicador de Lixo Queimado na Propriedade (I_{qp})	03
Sub-Indicador de Lixo Enterrado na Propriedade (I_{ep})	02
Sub-Indicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt})	10
Sub-Indicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr})	10

Quadro 17 – Variáveis e pesos do Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}).

Indicador de Drenagem Urbana (I_{du})	Peso
Sub-Indicador de Pavimentação (I_{pv})	20
Sub-Indicador de Existência de Calçada (I_c)	20
Sub-Indicador de Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf})	20
Sub-Indicador de Existência de Bueiro/Boca de Lobo (I_{bl})	40

Quadro 18 – Variáveis e pesos do Indicador Socioeconômico (I_{se}).

Indicador Socioeconômico(I_{se})	Peso
Sub-Indicador de Renda (I_r)	30
Sub-Indicador de Escolaridade (I_{ec})	40
Sub-Indicador de Pessoa Idosa (I_{pi})	30

Para a composição final do ISA/CG foram feitos três testes de ponderação (Tabela 13).

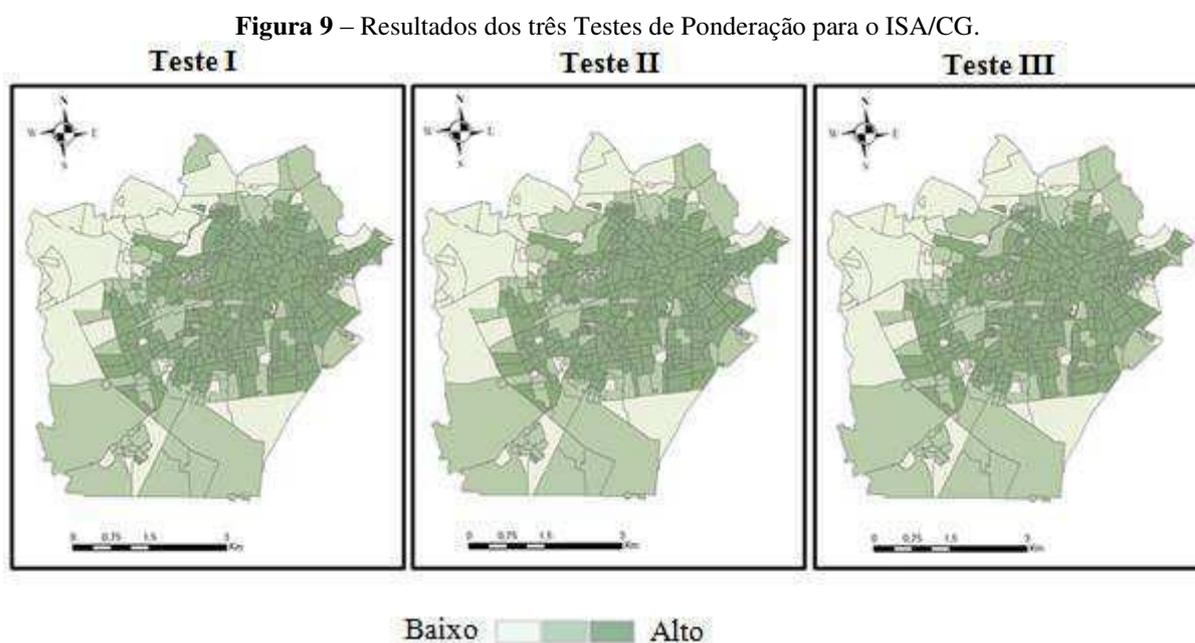
Tabela 13 – Testes de Ponderação dos Indicadores do ISA/CG;

Componente	Teste I	Teste II	Teste III
Abastecimento de Água (I_{ab})	0,20	0,10	0,10
Esgotamento Sanitário (I_{es})	0,20	0,25	0,20
Resíduos Sólidos (I_{rs})	0,20	0,20	0,20
Drenagem Urbana (I_{du})	0,20	0,25	0,20
Socioeconômico (I_{se})	0,20	0,20	0,30

Na primeira ponderação foram considerados todos os indicadores com pesos iguais. Nas demais ponderações foram atribuídos um peso menor ao indicador de abastecimento de água, pois considerando a realidade de Campina Grande, há uma cobertura da rede geral de abastecimento de água acima de 90% em praticamente toda a malha urbana. Entretanto, o censo não consegue representar a intermitência deste serviço, bem como, os atuais problemas relacionados aos longos períodos de racionamento, na qual a população tem sido submetida, por causa da crise hídrica no principal reservatório que abastece a cidade (NUNES, 2015). Logo, atribuir um peso alto a esse indicador poderia mascarar o resultado final, gerando uma falsa impressão de alta salubridade que na verdade não existe.

Os componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana receberam o mesmo valor ponderado visto que, os elementos de drenagem observados em dados censitários, estão por vezes, confundidos ou associados ao esgotamento sanitário. Quanto ao componente Socioeconômico o seu valor variou de 0,20 a 0,30 para analisar qual interferência exercia no resultado final (análise de sensibilidade do indicador), como mostra a Tabela 13.

Em todos os três testes de ponderação os resultados apontaram para valores muito próximos, ou seja, em qualquer uma das ponderações utilizadas os setores apresentaram resultados similares como pode ser observado na Figura 9.



É importante destacar que a atribuição de ponderações, para diferenciar os seus graus de importância, pode ocorrer seguindo diversos critérios, no entanto, sempre envolve algum nível de subjetividade.

Para fim de análise, optou-se por escolher as ponderações que considerou os componentes de Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana com o mesmo peso (Teste II). Sendo assim, o Indicador de Salubridade Ambiental de Campina Grande – ISA/CG, resultado da combinação de todos os indicadores selecionados, é representado pela Equação 47, apresentando valores finais variando de 0 a 1.

$$ISA/CG = 0,10I_{ab} + 0,20I_{es} + 0,20I_{rs} + 0,20I_{du} + 0,30I_{se} \quad (47)$$

Por fim, calculados os valores correspondentes a cada setor censitário para o ISA/CG, com a combinação de todos os indicadores foi possível realizar uma hierarquização da situação da salubridade ambiental de forma decrescente, ou seja, da melhor para a pior situação de salubridade ambiental, mediante o diagnóstico apresentado.

3.4 Elaboração de novos Sub-Indicadores: Segunda Etapa

Em decorrência da inviabilidade de analisar todas as edificações e lotes da cidade, optou-se por escolher dois setores censitários entre aqueles com os valores mais altos do ISA/CG (melhor situação de salubridade) e dois setores censitários entre aqueles com os valores mais baixos (pior situação de salubridade). Sendo assim, calculados os valores correspondentes a cada setor censitário para o ISA/CG (Equação 47), realizou-se um ranqueamento dos 15 (quinze) setores censitários com melhores valores do ISA, da melhor situação para a pior situação e dos 15 (quinze) setores censitários com piores valores do ISA, da pior situação para a melhor situação. Na Tabela 14 é apresentada a hierarquização dos 15 melhores e dos 15 piores setores censitários segundo o cálculo do ISA/CG.

Tabela 14 – Hierarquização dos Melhores e Piores Valores do ISA/CG.

15 MELHORES VALORES DO ISA/CG		
POSIÇÃO	SETOR	ISA/CG
1º	Jardim Tavares	0,67
3º	Catolé	0,66
4º	Prata	0,65
5º	Dinamérica	0,64
6º	Alto Branco	0,63
7º	Dinamérica	0,63
8º	Mirante	0,63
9º	Catolé	0,62
10º	Dinamérica	0,62
11º	Catolé	0,62
13º	Universitário	0,61
14º	Universitário	0,61
15º	Cruzeiro	0,61
15 PIORES VALORES DO ISA/CG		
POSIÇÃO	SETOR	ISA/CG
1º	Novo Bodocongó	0,08
3º	Catolé	0,16
4º	Alto Branco	0,20
5º	Novo Bodocongó	0,20
6º	Louzeiro	0,21
7º	Araxá	0,22
8º	Jardim Continental	0,23
9º	Cruzeiro	0,24
10º	Nova Brasília	0,24
11º	Cidades	0,26
13º	Castelo Branco	0,26
14º	Palmeira	0,27
15º	Monte Castelo	0,28

A segunda etapa desse trabalho consistiu no desenvolvimento e aplicação de novos sub-indicadores para análise de quatro setores censitários como áreas piloto. Por considerar a salubridade ambiental como sendo um conjunto de fatores necessários à promoção da qualidade de vida e saúde, analisou-se a relação entre a salubridade e aspectos relacionados ao conforto ambiental, considerando as edificações e os lotes dos quatro setores escolhidos, assim como a capacidade de armazenamento de água nos seus respectivos domicílios. A inserção desses sub-indicadores tem a finalidade de estimar as condições de salubridade sob esses aspectos distintos, porém muito correlacionados.

Para definição dos quatro setores censitários que fariam parte dessa segunda etapa de análise, alguns critérios foram considerados, a saber:

- I) Usos predominantemente residenciais;
- II) Predominância de edificações com tipologias térreas ou térreo + 1 pavimento;
- III) Densidades habitacionais semelhantes.

Neste último critério, como houve uma grande variabilidade de valores de densidade habitacional nos setores censitários em estudo, foi preciso considerar os que apresentaram menor desvio padrão em relação à média dos valores de densidade habitacional, tanto considerando o grupo daqueles com melhores valores de ISA, quanto o grupo daqueles com piores valores de ISA.

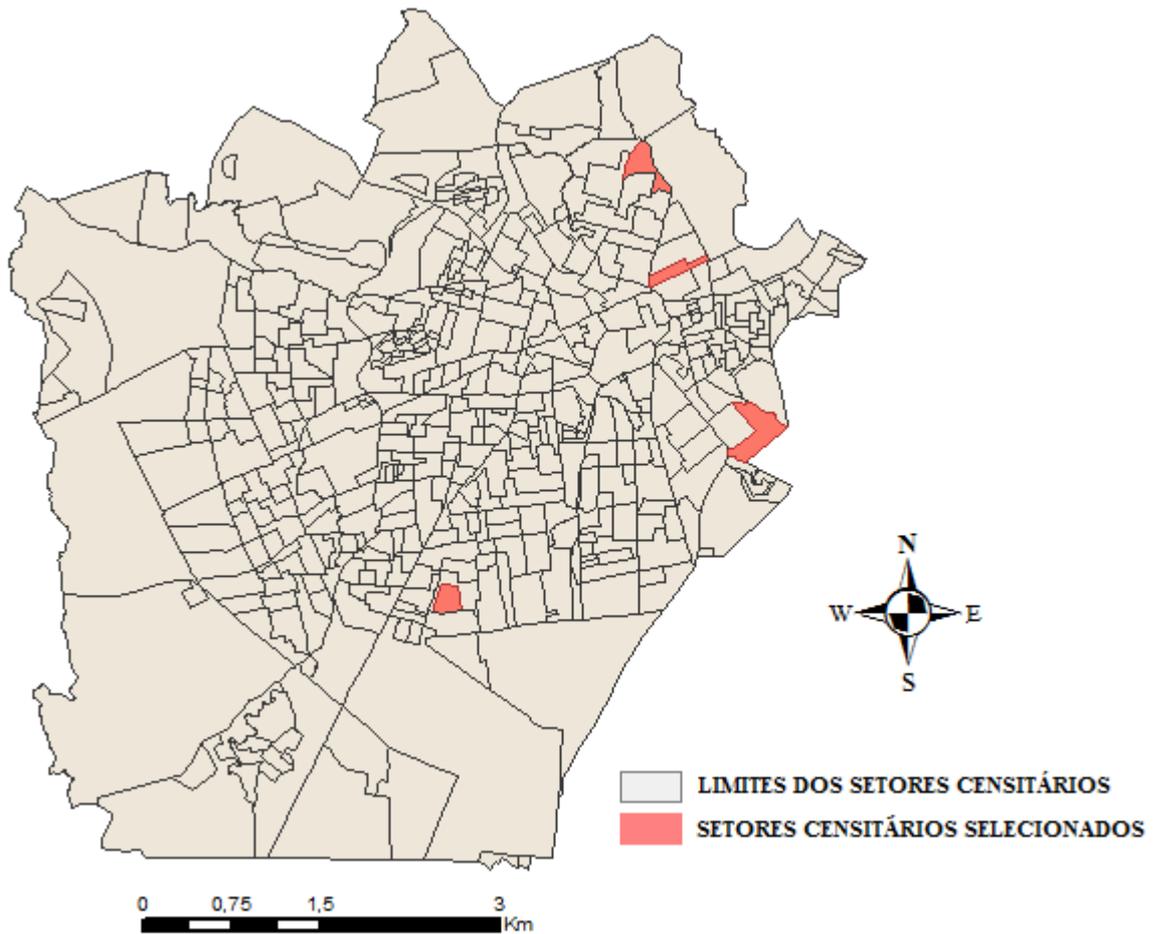
Dessa forma, os setores que atenderam aos critérios são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Setores selecionados dentre os Melhores e Piores valores do ISA/CG.

	Setor Censitário	Densidade Habitacional	Tipologia Predominante
Setores dentre os melhores valores do ISA/CG	Jardim Tavares	19,07 hab./ha	Térreo/Térreo + 1 pavimento (predominantemente de uso residencial)
	Mirante	12,31 hab./ha	
Setores dentre os piores valores do ISA/CG	Cruzeiro	12,72 hab./ha	
	Alto Branco	11,92 hab./ha	

A espacialização dos setores censitários selecionados pode ser observada na Figura 10.

Figura 10 – Delimitação dos Setores Censitários selecionados.



Para cada um dos quatro setores selecionados foi elaborado o *Mapa de Nolli*, como mostram as Figuras de 11 a 14, instrumento que permite uma análise morfológica das relações entre cheios (áreas construídas) e vazios (áreas não construídas) dentro do espaço urbano (Graves, 1979).

A partir da análise dos mapas de Nolli dos setores em estudo, percebe-se que os lotes seguem formatos regulares e as edificações apresentam recuos em suas fachadas, de forma que estas encontram-se “livres” dentro do lote. São áreas adensadas, no entanto, há a presença de muitos espaços vazios, evidenciando que trata-se de áreas ainda em expansão na cidade de Campina Grande.

Figura 11 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Jardim Tavares.



Figura 12 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Mirante.

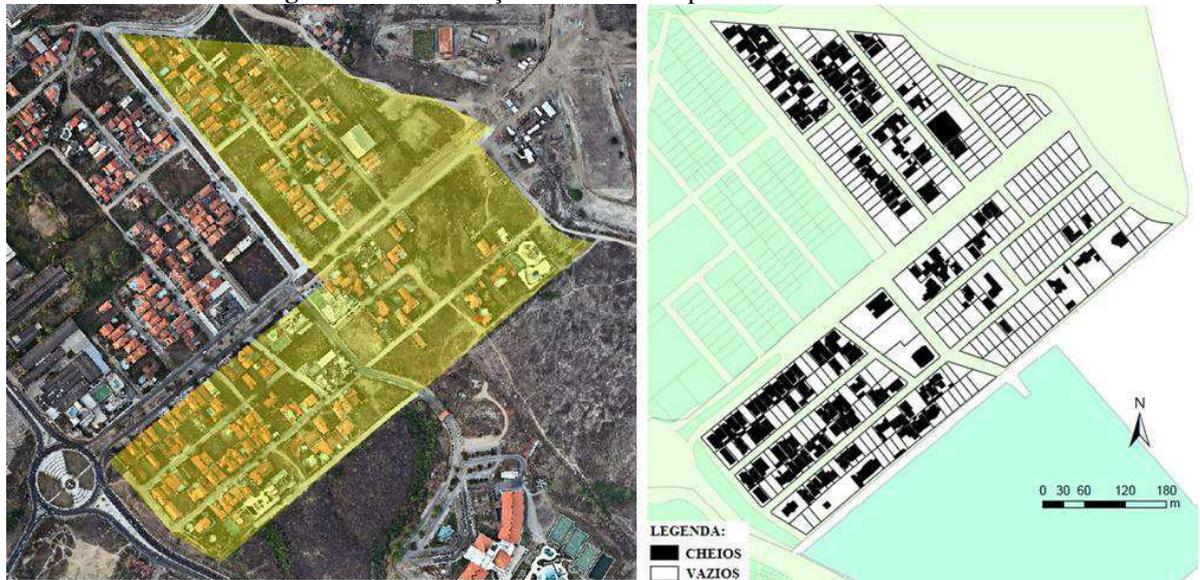


Figura 13 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Alto Branco.



Figura 14 – Delimitação do Setor e Mapa de Nolli do Cruzeiro.



Nas Figuras 15 a 18 podemos observar como cada setor selecionado se apresenta quanto à distribuição dos seus usos (comercial e residencial). Nos mapas do uso do solo é possível perceber que os setores possuem poucos pontos comerciais, sendo caracterizados como predominantemente residencial.

Figura 15 – Uso do Solo Urbano no Jardim Tavares.



Figura 16 – Uso do Solo Urbano no Mirante.



Figura 17 – Uso do Solo Urbano no Alto Branco.

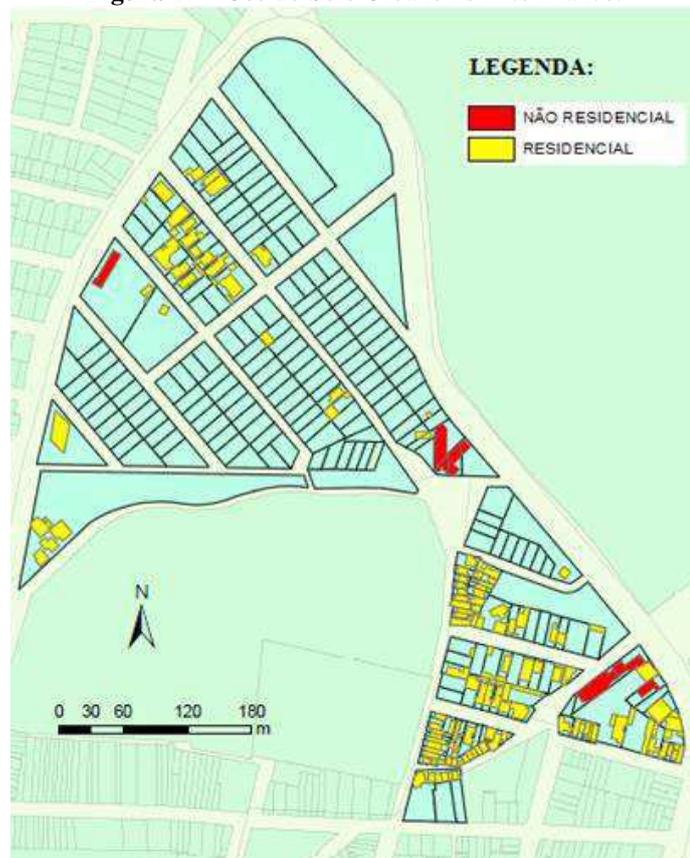
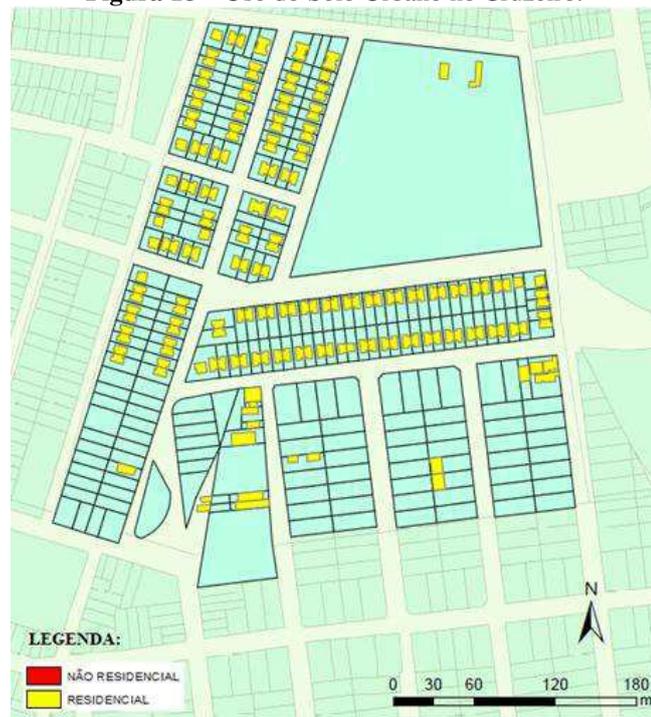


Figura 18 – Uso do Solo Urbano no Cruzeiro.



Após esta seleção, dois sub-indicadores foram formulados de forma conceitual para serem aplicados na análise das condições de salubridade dessas áreas piloto: o **Sub-Indicador de Conforto Urbano** e o **Sub-Indicador de Capacidade de Armazenamento de Água**.

O I_{conf} tem como objetivo avaliar a condição de salubridade do ponto de vista do conforto urbano, observando questões relativas à densidade urbana e a vegetação de uma determinada área, justificada pela relação entre essas informações e a promoção de uma maior salubridade ambiental. Dessa forma, o I_{Conf} (Equação 48) é composto por dois índices: Índice de Espaços Abertos (I_{eab}) e Índice de Vegetação (I_{veg}).

$$I_{conf} = I_{eab} + I_{veg} \quad (48)$$

O Índice de Espaços Abertos (I_{eab}), por sua vez, é composto por dois sub-índices: o Sub-Índice de Espaços Abertos dentro dos Lotes Ocupados (I_{ea}) e o Sub-Índice de Espaços Abertos no Setor Censitário (I_{eas}) (Equação 49).

$$I_{eab} = I_{ea} + I_{eas} \quad (49)$$

É importante destacar que o Sub-Índice de Espaços Abertos Dentro dos Lotes Ocupados (I_{ea}) está baseado no Índice de Espaços Abertos (Open Space Ratio – OSR) proposto por Berghauser Pont e Haut (2009). O I_{ea} considera a influência de parâmetros urbanísticos, tais como: Coeficiente de Aproveitamento (C_a), Taxa de Ocupação (T_o) e número de pavimentos (n) e está relacionado com a proporção entre as áreas não construídas e a área total construída, de um determinado lote, com o intuito de fornecer uma indicação da pressão das áreas construídas sobre as suas áreas livres (Equação 50).

$$I_{ea} = \frac{(1 - T_o)}{C_a} \quad (50)$$

Onde:

T_o = representa a Taxa de Ocupação de Cada Lote, sendo calculado pela relação entre a área de Projeção Horizontal da Edificação e a Área do Lote;

C_a = corresponde ao Coeficiente de Aproveitamento do Lote, sendo calculado pela seguinte equação: $C_a = (\text{Área de Projeção Horizontal da Edificação} \times \text{N}^\circ \text{ de pavimentos}) / \text{Área do Lote}$.

Nas áreas piloto, os dados necessários para o cálculo da Taxa de Ocupação (T_o) e do Coeficiente de Aproveitamento (C_a) foram obtidos a partir do mapa cadastral disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG). Além disso, com o auxílio do aplicativo *Street View* no Google Earth, foi possível identificar o número de pavimentos de cada edificação dos setores censitários para datas próximas à 2010 (data de coleta do Censo).

O Sub-Índice de Espaços Abertos no setor censitário (I_{eas}) é utilizado para calcular os lotes vazios dentro dos setores censitários escolhidos, considerando também a influência que uma área menos densa exerce na salubridade ambiental do ponto de vista do conforto ambiental. Este sub-índice complementa o sub-índice anterior, I_{ea} , por considerar os lotes não ocupados por edificação e os demais espaços livres existentes no setor censitário que não puderam ser calculados com o sub-índice I_{ea} , pela inexistência de edificações.

O Sub-Índice de Vegetação (I_{veg}) é calculado por meio da Equação 51. Para o cálculo do Indicador de Vegetação, foi utilizada uma ortoimagem de Campina Grande, do ano de 2010, disponibilizada pela Prefeitura Municipal, onde, a partir dessas ferramentas, foi possível estimar a quantificação das áreas vegetadas de cada setor pela identificação visual (ver Figuras 19 e 20) para seleção dos polígonos de vegetação.

$$I_{veg} = \frac{\text{Área total vegetada do setor}}{\text{Área total do setor}} \quad (51)$$

Figura 19 – Polígonos de Vegetação dentro do Setor Censitário do Cruzeiro.



LEGENDA:

 POLÍGONOS DE VEGETAÇÃO

Figura 20 – Polígonos de Vegetação dentro do Setor Censitário do Alto Branco.



LEGENDA:

 POLÍGONOS DE VEGETAÇÃO

É importante destacar que as áreas verdes foram contabilizadas com base na classificação proposta por Daltoé, Cattoni, Loch (2004, p. 3-4) pela forma e fisionomia com que se apresentam no espaço urbano:

- *Áreas verdes do sistema viário*: a vegetação de porte arbustivo e herbáceo, presentes em canteiros, trevos e rotatórias;
- *Áreas verdes de uso particular*: se apresentam em domínios de uso habitacional particular;
- *Áreas verdes residuais*: que representam as áreas verdes em loteamentos recentes ou em fase de implantação;
- *Áreas livres não arborizadas (vazios urbanos)*: que compreendem as coberturas herbáceo-arbustivas (predominantemente gramíneas).

Outro sub-indicador considerado para a análise da salubridade ambiental dos setores censitários escolhidos foi o Sub-Indicador de Capacidade de Armazenamento de Água (I_{ca}). Esse sub-indicador tem como objetivo avaliar as condições de salubridade nas áreas piloto, levando em consideração aspectos relacionados à capacidade de armazenamento (reservação) de água de cada domicílio em períodos de escassez, justificada pela relação entre essa informação e a promoção de uma maior salubridade ambiental. O cálculo é obtido pela Equação 51.

$$I_{ca} = \frac{\text{domicílios com presença de reservatório de água no setor}}{\text{total de domicílios do setor}} \times 100 \quad (52)$$

Os domicílios com presença de reservatórios de água foram identificados através de uma ortofoto cedida pela PMCG, que é o resultado de um levantamento aerofotogramétrico realizado no município em 2010. Por se tratar de uma imagem com alta resolução espacial, permitiu quantificar as edificações com presença de reservatório de água, tipo caixas d'água. Essas quantificações seguiram critérios visuais (Figura 21) e onde não foi possível identificar visualmente a presença, foram consideradas as tipologias multifamiliares e a presença de piscinas na residência como um indicador de algum tipo de armazenamento de água.

Figura 21 – Identificação Visual das Caixas D'água nas Edificações.



3.5 Processamento de Dados feitas dentro do Ambiente SIG

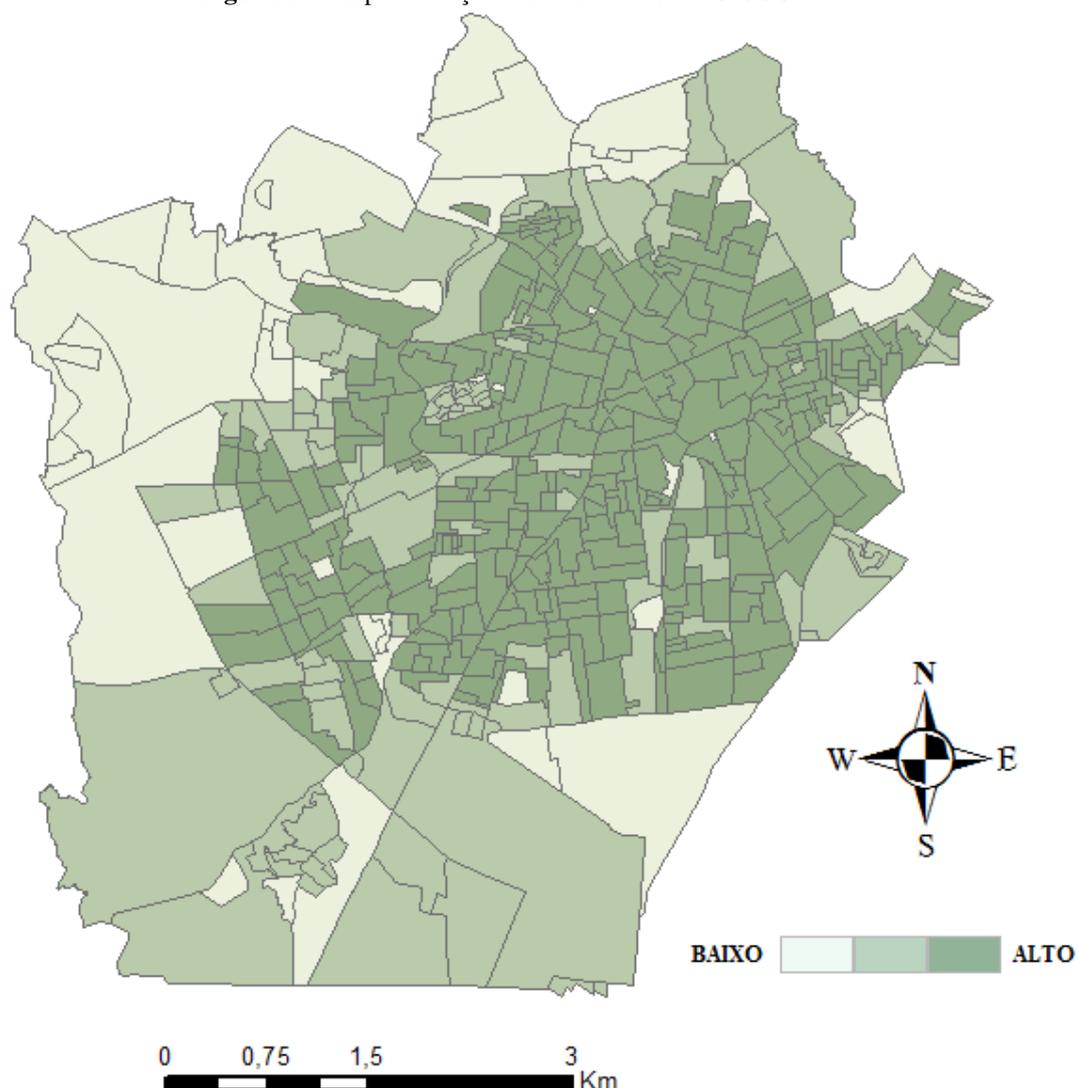
Durante todo o processo, tanto de coleta quanto de processamento, os dados foram digitalizados e editados utilizando o software ArcGIS 10.3.1® (Esri). Todo processamento de dados e informações foi feito dentro de um ambiente SIG e espacializados por meio de mapas temáticos, objetivando uma melhor visualização e interpretação dos resultados. Utilizou-se como unidade espaciais os setores censitários.

No mesmo ambiente, para cálculo dos sub-indicadores por setores foram utilizados alguns recursos do ArcGis, onde foram feitas as junções das planilhas e os cálculos finais dos indicadores. Uma operação comum em Sistemas de Informação Geográfica é a “junção” de dados não espaciais (atributos descritivos) com dados espaciais. Utilizando-se desta funcionalidade, foi possível adicionar informações de uma planilha à tabela de atributos do *shapefile*, permitindo uma junção entre os setores censitários do município de Campina Grande e as planilhas do Censo 2010, referentes aos componentes analisados nessa pesquisa. Para o cálculo dos Indicadores e Sub-indicadores, foram usadas ferramentas existentes no SIG utilizado, que permitem o cálculo dos valores apenas para os setores selecionados na tabela de atributos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da aplicação da metodologia do ISA/CG, por setor censitário, podem ser vistos na Figura 22, onde são apresentadas as informações de forma espacializada e divididas em três categorias (baixo, médio e alto).

Figura 22 – Espacialização dos Resultados do ISA/CG.



O município de Campina Grande, com relação ao Sub-Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}), de forma geral, apresentou bons resultados. Com valores variando entre 0,60 e 0,80, com exceção de seis setores com valores inferiores a 0,60, o que reflete uma boa cobertura de abastecimento de água em Campina Grande. Segundo Companhia de Água e

Esgotos da Paraíba (CAGEPA, 2014), órgão que opera o Sistema de Abastecimento de Campina Grande (SACG), a cidade possui uma cobertura de quase 100% dos domicílios ligados à rede geral de abastecimento, entretanto, os dados recentes do Censo 2010, utilizados nessa pesquisa demonstram que ainda há algumas áreas da cidade que não recebem esse serviço.

Para o Sub-Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}), as áreas centrais apresentaram uma cobertura melhor de esgotamento sanitário que os bairros periféricos. Os indicadores que apresentaram melhores valores foram o Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}), chegando a 0.95 em setores do bairro da Prata, e o Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}), com valores atingindo 0.75 na maior parte dos setores censitários, com exceção de nove setores que apresentaram valores inferiores a 0.50. Esses resultados podem demonstrar a existência de um bom sistema de drenagem urbana e de coleta de resíduos sólidos a depender do grau de incerteza desta informação no banco de dados censitários.

O Indicador Socio-Econômico (I_{se}) avaliou o nível de renda, número de pessoas idosas e escolaridade. Os baixos valores encontrados devem-se ao sub-indicador de pessoas idosas e o sub-indicador de renda que apresentaram valores abaixo de 0,50 na maior parte dos setores analisados.

Um dos aspectos mais evidentes a partir da análise dos resultados, é que eles comprovam que os setores com os melhores valores de ISA são os que fazem parte dos bairros nobres de Campina Grande ou os que estão em expansão imobiliária, recebendo investimentos públicos e privados. Os setores com piores valores estão localizados em áreas periféricas da cidade, com baixa densidade habitacional, acolhendo uma população mais marginalizada socialmente, pouco servida de serviços públicos e de investimentos de infraestrutura.

A Tabela 16 apresenta o resultado dos índices que compõem o Sub-indicador de Conforto Urbano.

Tabela 16 – Síntese dos I_{cab} e do I_{veg} para os quatro setores selecionados.

Setores Censitários	Índice de Espaços Abertos	Índice de Vegetação
Jardim Tavares	0,52	19,52 %
Mirante	0,58	12,40 %
Alto Branco	0,67	24,85 %
Cruzeiro	0,66	13,83 %

O valor do Índice de Espaços Abertos varia em um intervalo de 0 a 1, onde o 1 equivale a um lote livre de edificações e 0 a um lote totalmente ocupado. Calculadas as médias dos Índices de Espaços Abertos para os setores censitários avaliados, os setores ficaram em intervalos próximos de 0,50 e 0,65.

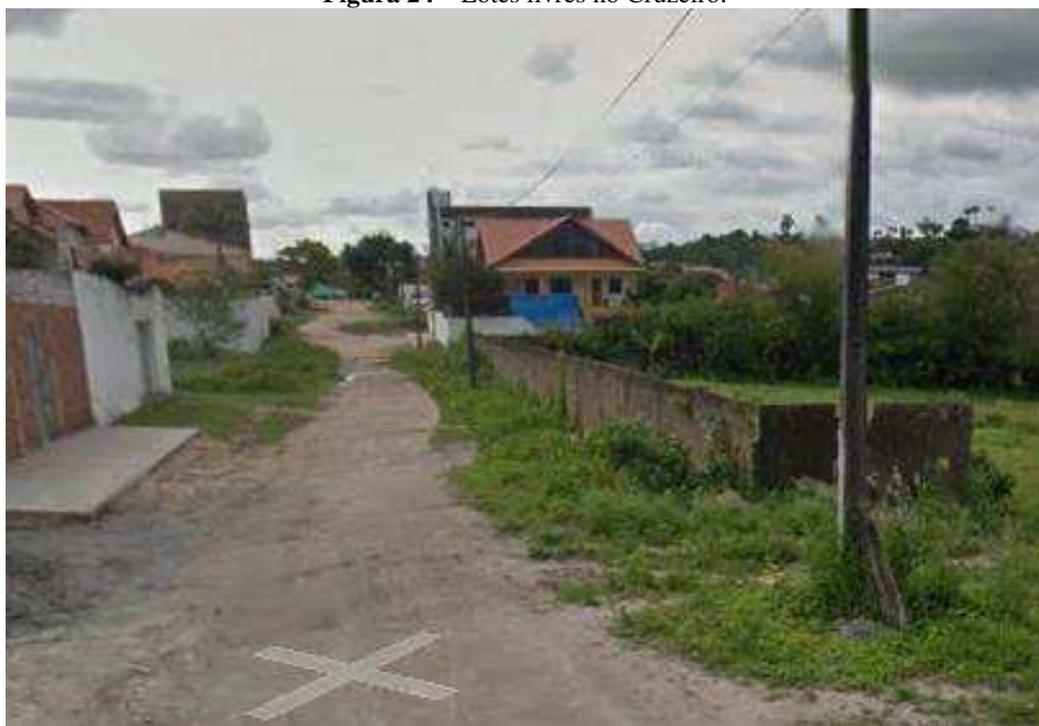
Os resultados mostram que o Índice de Espaços Abertos tem os maiores valores para os setores censitários do Alto Branco (Figura 23) e do Cruzeiro (Figura 24). Esses valores podem ser justificados, pois essas são áreas que possuem edificações com menor Taxa de Ocupação, com menores densidades construtivas. Além disso, com muitos lotes livres (não edificadas), demonstrando que a proporção entre áreas não construídas e a área total construída é maior.

Figura 23 – Lotes livres no Alto Branco.



Fonte: Google Maps (STREET VIEW, 2016).

Figura 24 – Lotes livres no Cruzeiro.



Fonte: Google Maps (STREET VIEW, 2016).

O setor do Jardim Tavares (Figura 25) foi o que apresentou maior média de Taxa de Ocupação e maior Índice de Aproveitamento nas edificações. Isso pôde ser comprovado pela alta densidade construtiva do local e a predominância de edificações com tipologias térreo + 1 pavimento.

Figura 25 – Alta densidade construtiva no Jardim Tavares.



Fonte: Google Maps (STREET VIEW, 2016).

Quanto ao Índice de Vegetação, os resultados mostram que apenas o setor censitário do Alto Branco (Figura 26) atinge o percentual mínimo exigido pelo Código de Obras de

Campina Grande (CAMPINA GRANDE, 2013), que em seu Art. 248, determina pelo menos 20% de área seja descoberta e permeável, dotada de vegetação que contribua para o equilíbrio do clima e propicie alívio para o sistema público de drenagem urbana.

Figura 26 – Vegetação do Alto Branco.



Fonte: Arquivo Pessoal (06/03/16).

Cabe ressaltar que, apesar do Alto Branco e Jardim Tavares se aproximarem do percentual mínimo de vegetação, grande parte da cobertura vegetal estava restrita aos lotes vazios. Fica evidente que onde há a predominância de edificações, a cobertura vegetal é mais escassa, demonstrando que a manutenção da vegetação dentro do espaço urbano é pequena privilegiada durante o processo de adensamento e expansão da cidade, com elevados índices de construção, desprovidos de cobertura vegetal, acarretando em prejuízos à qualidade de vida das pessoas. Na Tabela 17, são apresentados os resultados finais (ponderados) para o Sub-índice de Conforto Urbano (I_{conf}).

Tabela 17– Valores obtidos para o I_{conf} para os setores avaliados.

Setores Censitários	Sub-Índice de Conforto Urbano (I_{conf})
Jardim Tavares	0,26
Mirante	0,35
Alto Branco	0,45
Cruzeiro	0,39

O I_{conf} varia em um intervalo de 0 a 1, onde os valores mais próximos de zero representam situações piores de conforto e os valores mais próximos de 1 representam as condições ideais de conforto. Fica claro que os quatro setores censitários apresentam valores

baixos de conforto urbano, longe do que pode ser considerada uma situação ótima. No entanto, cabe destacar que, apesar do Alto Branco e do Cruzeiro estarem classificados com setores com baixa salubridade, do ponto de vista do Conforto Ambiental esses atingiram os maiores valores, em decorrência de possuírem maiores valores no Índice de Espaços Abertos e de Vegetação. Ou seja, uma mudança na escala de análise (da cidade inteira para uma fração urbana) pode levar a conclusões distintas sobre a salubridade ambiental de uma área urbana.

Quanto ao Sub-indicador de Capacidade de Armazenamento de Água, todos os quatro setores censitários avaliados apresentaram elevados percentuais de residências com presença de caixa d'água, como pode ser visto na Tabela 18.

Tabela 18 – Valores obtidos para o I_{ca} para os setores avaliados.

Setores Censitários	Sub-Indicador de Capacidade de Armazenamento de Água
Jardim Tavares	95,07 %
Mirante	85,28 %
Alto Branco	70,51 %
Cruzeiro	91,52 %

Esses números demonstram uma boa capacidade de armazenamento de água. Do ponto de vista da justiça ambiental, tanto as áreas de baixa salubridade, quanto às áreas com alta salubridade, estão preparadas para situações de racionamento de água, conseguindo manter o suprimento de água nas residências por mais tempo, contribuindo positivamente para a promoção da saúde dos moradores.

Esses altos valores podem ser explicados pela frequência de períodos de escassez de água no município, que é abastecido pelo Açude Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão), localizado no semiárido paraibano, que apresenta uma representativa redução da sua capacidade de água em decorrência dos sucessivos anos de chuvas abaixo da média. Rego *et al* (2015) explicam que desde a severa seca de 2012, marcou-se o retorno do ciclo de anos poucos chuvosos e o rápido declínio do nível de água no reservatório.

Na Tabela 19, temos, de forma resumida, informações coletadas de cada setor censitário que permitiram chegar aos valores encontrados nos índices propostos.

Tabela 19 – Informações dos setores selecionados

Informações dos Setores Selecionados	Mirante	Jardim Tavares	Alto Branco	Cruzeiro
Área do Setor Censitário	29,85 ha	10,71 ha	18,09 ha	12,29 ha
Área Vegetada no Setor Censitário	3,70 ha	2,09 ha	4,49 ha	1,69 ha
Nº de Domicílios onde foi possível identificar visualmente a presença de Caixa d'água	197	135	110	162
Nº de Domicílios onde não foi possível identificar visualmente a presença de Caixa d'água	34	7	46	15
Total de Edificações no Setor Censitário	231	142	156	177
Área Total Construída no Setor Censitário	3,91	2,91 ha	1,49 ha	1,04 ha

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Os Indicadores são importantes ferramentas de auxílio à decisão e de gestão, uma vez que, agem como facilitadores da compreensão da realidade. Os resultados apresentados nessa pesquisa demonstram a viabilidade da utilização do ISA/CG, por esse instrumento ser de fácil aplicabilidade e pela disponibilidade de dados de forma gratuita (dados censitários), sendo de grande utilidade como ferramenta de planejamento e gestão para alcançar uma maior salubridade.

A metodologia proposta permitiu alcançar os resultados esperados, pois, apesar de todas as adaptações realizadas, em virtude da indisponibilidade de dados por bairros, as variáveis consideraram as peculiaridades do município. A aplicação do ISA/CG, com todas as suas adaptações e desenvolvimentos, permitiu demonstrar quais são os setores com melhores e piores valores de salubridade dentro da malha urbana do município de Campina Grande. Além de diagnosticar as áreas, o ISA/CG orientou a escolha das áreas com melhor e pior salubridades, para servir como subsídio na aplicação dos novos sub- indicadores.

Esse estudo apontou o esgotamento sanitário e o fator socioeconômico como as principais deficiências no município, uma vez que esses indicadores apresentaram os piores valores dentre os indicadores que compõem o ISA/CG. Do ponto de vista do Conforto Urbano, os baixos valores encontrados nas áreas piloto revelam que a situação está longe do que pode ser considerada uma situação ótima e que os setores com valores mais elevados nesse sub-indicador correspondem aos setores classificados como mais insalubres pelo ISA/CG, considerando os sub-indicadores anteriores, o que requer uma análise mais aprofundada da relação entre as características morfológicas e as condições de infraestrutura da cidade.

Quanto a capacidade de armazenamento de água, de modo geral, o indicador apresentou ótimos resultados, justificados pela escassez hídrica que acomete a cidade há várias décadas, de forma cíclica, fazendo com que a população já se mantenha preparada para situações como essas. Apesar desta constatação como não há dados quantitativos da capacidade de reservação, outros estudos comprovam que a capacidade de reservação é diretamente proporcional ao poder aquisitivo o que faz com que a população de baixa renda

fique mais vulnerável diante de picos de racionamento, comprometendo os níveis de salubridade ambiental nestes domicílios.

Quanto a Capacidade de Armazenamento de Água, de modo geral, o indicador apresentou ótimos resultados, justificados pela escassez hídrica que acomete a cidade há várias décadas, de forma cíclica, fazendo com que a população já se mantenha preparada para essas situações.

Entretanto, como não houve uma métrica de avaliação da capacidade de reservação (volume dos reservatórios) não há como precisar a salubridade do ponto de vista da capacidade de reservação. Além disso, como o trabalho utiliza duas escalas de observação, uma na primeira etapa (setores censitários) e outra na segunda (fração urbana), é possível que setores censitários mais problemáticos do ponto de vista da capacidade de reservação não tenham sido apontados como “piores” na hierarquização e, portanto, não foram avaliados sob este aspecto específico.

5.2 Recomendações

Apesar dos resultados favoráveis obtidos nesse estudo, os dados utilizados nessa pesquisa são do Censo Demográfico 2010, muito distante do ano de realização do estudo, logo para que haja um monitoramento efetivo é importante que se tenha dados mais recentes, com atualizações constantes, através de um banco de dados do município, com dados por bairros e setores. Para tanto sugere-se que em trabalhos futuros essa metodologia seja refeita, utilizando informações mais atualizadas para representar com eficiência a realidade.

Tendo em vista a crise hídrica do reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) que atinge seu principal usuário, a cidade de Campina Grande, recomenda-se também a inserção dessa problemática no o cálculo do ISA/CG, considerando situações de racionamento de água. A metodologia do Indicador de Abastecimento de Água (Iab) leva em conta uma situação de normalidade hídrica, uma vez que relaciona-se com a cobertura de abastecimento e não com a segurança hídrica em épocas de crise. No entanto, a ampliação desse indicador, considerando essa situação de racionamento de água, forneceria uma caracterização mais efetiva.

Sugere-se para tanto que para o sub-indicador de Domicílios com Outra Forma de Abastecimento de Água (Ica) inclua a captação de água da chuva. As pessoas percebem o

acionamento de água, de acordo com a capacidade de armazenamento de água nos domicílios, e nesse período de racionamento de água no qual estamos vivenciando, é interessante que, em trabalhos futuros, haja uma continuidade de coleta dessas informações para a cidade inteira, logo o Sub-indicador de Capacidade de Armazenamento de água poderia ser ampliado para a cidade inteira, associando o armazenamento de água convencional com a captação de água da chuva. Dessa forma seria possível haver o cálculo do ISA/CG para uma situação de crise hídrica, fornecendo a informação de quais setores da cidade com maior potencial para captação de água da chuva.

Por fim, em razão dos resultados similares do ISA/CG com valores muito próximos nos três testes de ponderação realizados, sugere-se que em pesquisas futuras seja feita uma análise multicriterial para a ponderação dos indicadores e sub-indicadores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro – RJ: Mauad, 1998.

BANCO MUNDIAL. Diretoria Sub-Regional. **Brasil: gestão dos problemas da poluição, a agenda ambiental marrom; relatório de pesquisa**. 1998 [Relatório 16635 – BR].

BRASIL. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21**. Brasília – DF: Diário Oficial da União, 1994.

ALBUQUERQUE, M. M. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) como Instrumento de Análise da Salubridade do Ambiente da Comunidade de Saramém em Brejo Grande (SE)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe. Aracajú – SE, 2013.

ALMEIDA, M. A. P.; ABIKO, A. K. **Indicadores de Salubridade Ambiental em favelas localizadas em áreas de proteção aos mananciais**: O caso da favela Jardim Floresta. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo – SP: Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.

ALMEIDA JUNIOR, N. L. **Estudo do clima urbano**: uma proposta metodológica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente. Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT, 2005.

ALVES, S. R. **Densidade Urbana**: compreensão e estruturação do espaço urbano nos territórios de ocupação dispersa. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Faculdade de Arquitetura. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2011.

ARAÚJO, E. L. **Estimativa e Análise do Crescimento da Demanda de Água considerando cenários de Uso e Ocupação do Solo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Campina Grande. Campina Grande – PB, 2012.

ARAVÉCHIA JÚNIOR, J. C. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para a região Centro-Oeste**: Um estudo de caso no Estado de Goiás. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental. Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF, 2010.

BAGGIO, D. B. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) no município de Cocal do Sul – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma – SC, 2013.

BAHIA, J. A. **A aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) na determinação da vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira - Sul da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Ilhéus – BA, 2006.

BAILEY, K. D. **Typologies and taxonomies: an introduction to classification techniques**. Série Quantitative Applications in the Social Sciences. Thousand Oaks – CA: Sage Publications, 1994.

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Saneamento e Ambiente. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2003.

BARROS FILHO, M. N. M. **As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife (Brasil)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2006.

BARROS FILHO, M. N. M. **Escalas da diversidade intraurbana**. Recife – PE: Ed. do Autor, 2009.

BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para a Gestão Urbana Baseado em Indicadores Ambientais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2005.

BERGHAUSER PONT, M. Y.; HAUPT, P. A. **Space, density and urban form**. Technische Universiteit Delft. 2009.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável: Diretrizes para Implementação**. Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável – COPASAD. Brasília, 80p. 1995.

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília – DF: D.O.U., 2007.

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

BORJA, P. C. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. **Revista Saúde e Sociedade**. v. 23. n. 2. p. 432-447. 2014.

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

BUCKLEY, C. F. O. **Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental para Análise de empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial em Aracaju, SE**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão – SE, 2010.

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment**. In.: Monographs on Soil And Resources Survey. n. 12, Oxford: Clarendon Press, 1986.

CABRAL, A. C.; PERISSATO, S. M.; VILVERTS, C.; MARI JUNIOR, A.; FRIGO, E. P.; FRIGO, J. P. Salubridade Ambiental no Município de Missal/PR. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v. 2. p.73-78. 2013.

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Lista de Análises Realizadas**. Disponível em: <www.cagepa.pb.gov.br>. Acesso em: 28 de novembro de 2015.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia dos Sistemas de Informação Geográfica**. São José dos Campos – SP: INPE/IBM Brasil/Telebrás/UNICAMP, 1996.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. **Análise Espacial de dados Geográficos**. 2ª edição (online). São José dos Campos – SP: INPE, 2002

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Computação Aplicada. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos – SP: 1995.

CAMPINA GRANDE. **Lei Municipal nº 4.130, de 07 de agosto de 2003**. Código de obras. Dispõe sobre o disciplinamento geral e específico, dos projetos e execuções de obras e instalações de natureza técnica, estrutural e funcional de campina grande e dá outras providências. Campina Grande – PB: Diário Oficial, 2003.

CAMPINA GRANDE. **Prognóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico**. In: Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande. Campina Grande – PB: UFCG, 2014.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento Básico fonte de saúde e bem-estar**. Editora Moderna, São Paulo: 2004.

CORDÃO, M. J. S. **Modelagem e otimização da disposição espacial de unidades de reservação em redes de distribuição de água utilizando geotecnologias**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2009.

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

CRUZ, I.; CAMPOS, V. B. G. **Sistemas de Informações Geográficas aplicados à análise espacial em transportes, meio ambiente e ocupação do solo**. In.: XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. São João del Rei – MG: Anais do XXXVI SBPO, 2004.

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

DALTOÉ, G. A. B.; CATTONI, E.; LOCH, C. **Análises das Áreas Verdes do Município de São José – SC**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC. Florianópolis – SC: Anais eletrônicos do COBRAC, 2004.

DARI, A. L. **Desenvolvimento de um índice geral de qualidade do serviço de abastecimento de água da cidade de Campina Grande/PB**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2015.

DIAS, M. C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo em Salvador, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, 2003.

DIAS, M. C.; BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontâneas: Um Estudo em Salvador- Bahia**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 9. nº 1. pág. 82-92. jan/mar. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

FOUCAULT, M. **O nascimento da medicina social**. In.: *Microfísica do Poder – Organização e Tradição*. 7. ed. cap. V, p. 79 – 98. Rio de Janeiro – RJ: Edições Graal, 1992.

FRANCO, M. C. P. **Os Milton – Cem anos de história nos seringais**. 2. ed. Rio Branco – PA: Editora da Universidade Federal do Acre, 2008.

FREITAS, M. K. **Investigação da Produção e Dispersão de Poluentes do ar no ambiente urbano: determinação empírica e modelagem em rede neural da concentração de CO**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2003.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento, 2006**. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_saneam.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2015.

GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. **Sustentabilidade da Oferta de Água para Abastecimento Urbano no Semi-Árido Brasileiro: O Caso Campina Grande**. II SEREA – Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa – PB: Anais do II SEREA, 2002.

GALVÃO, Carlos Oliveira *et al.* **A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares**. Scielo: [s.n.], 2016.

GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. 1ª Ed. Campina Grande – PB: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2012.

GÓMEZ, J. A. **Calidad de vida y modelo de ciudad**. Madrid: UPM, 2001. Disponível em: Acesso em: 30 mar. 2015.

GUERRA, A. E. **Qualidade e Eficiência dos Serviços de Saneamento**. In.: Atlas do Saneamento 2011. Rio de Janeiro – RJ: IBGE, 2011.

GRAVES, M. **Roma Interrota**. Architectural Design Profile nº.20, Londres, Inglaterra, 1979.

HAKKERT, R. **Fontes de dados demográficos**. Belo Horizonte – MG: ABEP, 1996.

HAMILTON, K. **Policy-Driven Indicators for Sustainable Development**. In: Mediterranean Blue Plan Environmental Performance Indicators workshop. Damasco: Banco Mundial, 1996.

HERCULANO, S. C. **A Qualidade de Vida e seus Indicadores**. In. Ambiente e Sociedade. Campinas: Nepam/Unicamp, ano I, nº 2, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos Demográficos**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm>. Acesso em: 26 de janeiro de 2015. 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2015. 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 de agosto de 2015. 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 18 de setembro de 2015. 2014.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual de Saneamento Básico**: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua Importância socioeconômica. 2012. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/Cartilha_de_saneamento.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2015. 2012.

JANUZZI, P. M. Indicadores Sociais na Formulação e Avaliação de Políticas Públicas. **Revista Brasileira de Administração Pública**. Rio de Janeiro – RJ. v. 36. n. 1. p. 51-72. jan/fev., 2002.

JANNUZZI, P.M. Considerações sobre uso, abuso e mau uso de indicadores nas políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 36(1): 51-72,2002.

JANUZZI, P. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público**. Brasília – DF, p. 137 -160. abril/jun., 2005.

LEVATTI, M. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. Estudo de caso: município de Criciúma, SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma – SC, 2009.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Rev. Bras. de Geogr. Méd. Saúde**. Hygeia, vol. 10. n. 18, p. 264 – 272, 2014.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: Realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil, 2007.

MARQUES, E. C. **“Da higiene à construção da cidade: O estado e o saneamento no Rio de Janeiro”**. História, Ciências, Saúde, Manguinhos 2, 2 (1995): 51 – 67.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. v. 1. 1ª. ed. Porto Alegre – RS: UFRGS FINEP, 2002.

MELLO FILHO, L. E. **Arborização urbana**. In.: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Porto Alegre – SC: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 1985.

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 de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – SP, 2007.

MELO FILHO, H.; RUFINO, I. A. A. **Atlas Digital “Campina Grande: Tempo e Espaço”**: Análises Avançadas e Integradas. In.: XII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB: UFCG, 2015.

MILANO, M. S. **Planejamento e replanejamento de arborização de ruas**. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. v. 2. Maringá – PR: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 1987.

MONTENEGRO, M. H. F. *et al.* **ISA/BH: uma proposta de diretrizes para construção de um índice municipal de salubridade ambiental**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, Paraíba. Anais... João Pessoa: ABES, 2001. 11p.

MORAES, L. R. S.; REIS, M. G. C.; ARAÚJO, C. T.; SANTOS, M. A. F.; LIMA, D. R. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas: Metodologia e Elaboração**. Alagoinhas – BA, 2001.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABES, 2000.

NAHAS, M. I. P. **Indicadores Intra-urbanos como Instrumento de Gestão da Qualidade de Vida Urbana em Grandes Cidades: discussão teórica-metodológica**. In: GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Secretaria do Estado do Planejamento e Coordenação Geral – SEPL. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES. Governança Democrática 2005: Planejamento Público e Indicadores Sociais. Curitiba, PA, 2005. P. 7-30.

NÓBREGA, T. M. Q. **A Problemática da Drenagem em Áreas Urbanas Planas: O Caso da Planície Costeira da Cidade de João Pessoa**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2002.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. São Paulo – SP: Humanitas/FFLCH-USP, 2001.

OLIVEIRA, C. L. **Adaptação do ISA, indicador de salubridade ambiental, ao município de Toledo – PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2003.

OLIVEIRA, G. S. **O Modelo do ISA Utilizado no Diagnóstico da Salubridade Ambiental nos bairros do Município de Juiz de Fora – MG**. Trabalho de Conclusão do Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal Juiz de Fora. Juiz de Fora – MG, 2014.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **O Direito à Água**. Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH), Centro sobre Direitos à Habitação e Despejo (COHRE), Water Aid, Centro de Direitos Económicos, Sociais e Culturais, 2003.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Água Potável: Direito Humano Fundamental**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agua-potavel-direito-humano-fundamental>>. Acesso em: 16 de abril de 2016.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Água e Saúde**. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.PDF>>. Acesso em 01 de maio de 2015. 2001.

PÁDUA, V. L. *et al.* **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte – MG: Ed. UFMG, 2006.

PAULA, R. Z. R. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2004.

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

PEREIRA, S. S.; MELO, J.A.B. Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande/PB e seus reflexos socioeconômicos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional •G&DR•**. v. 4, n. 4, p. 193-217. Taubaté – SP, 2008.

PETROCCHI, M. **Turismo: planejamento e gestão**. São Paulo – SP: Futura, 1998.

PIZZA, F. J. T. **Indicador de Salubridade Ambiental**. Seminário sobre Indicadores de Sustentabilidade. São Paulo – SP, 2000.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2000**. Lisboa: Trinova, 310p. 2002.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. In.: Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/hdr/arquivos/RDH_globais/hdr2006_portuguese_summary.pdf> Acesso em: 15 de agosto 2015. 2006.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 3, p. 161- 175, 2011.

RUBIO JUNIOR, P. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental no Conjunto Habitacional Buba – Foz do Iguaçu – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Faculdade Dinâmica das Cataratas. Foz do Iguaçu – PR, 2011.

RUFINO, I. A. A. **Gestão de recursos hídricos em ambientes urbanos costeiros: modelagem e representação do conhecimento em Sistemas de Informação Geográfico**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2004.

SAKER, J. P. P. **Saneamento Básico e Desenvolvimento**. 207.138 f. Dissertação(Mestrado em Direito Político e Econômico) – Universidade Presbiteriana Mackensie, São Paulo.

SANTOS, L. D.; MARTINS, I. **Monitoring urban quality of life: the Porto experience**. Social Indicators Research, 80, p. 411-425, 2007.

SANTOS, R. M. **A utilização do indicador de Salubridade Ambiental – ISA como Ferramenta de Planejamento Aplicado à cidade de Aquidauana/MS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS, 2008.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e prática**. São Paulo – SP: Oficina de Textos, 2004.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 7.750, de 31 de março de 1992**. Dispõe sobre a política Estadual de Saneamento e dá outras providências. São Paulo – SP: Diário Oficial, 1992.

SÃO PAULO. **ISA – Indicador de Salubridade Ambiental**. Manual Básico. São Paulo – SP: Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, 1999.

SCUSSEL, M. C. B.; SATTTLER, M. A. Cidades em (trans)formação: impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial. **Ambiente Construído**. v. 10, n. 3, p. 137-150, jul./set. Porto Alegre – SC, 2010.

SILVA, H. A.; BARROS FILHO, M. N. M. **Espaços livres públicos e privados em Campina Grande/PB**. In.: . III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo – SP: Anais do III Ananpar, 2014.

SILVA, H. A.; BARROS FILHO, M. N. M.; BONATES, M. F.; GALVÃO, C. O.; OLIVEIRA, I. B.; PASSOS, L. A.; RUFINO, I. A.; A; QUEIROZ, M. V. D.; PANET, M. F.; MIRANDA, L. I. B. **Tecidos Urbanos e Sistemas de Espaço Livres em Campina Grande (PB)**: Uma descrição da qualidade da sua forma urbana. In.: VII Colóquio da pesquisa QUAPA-SEL. São Paulo – SP: QUAPA, 2012.

SILVA, M. S. **Sistemas de Informações Geográficas**: elementos para o desenvolvimento de bibliotecas digitais geográficas distribuídas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Faculdade de Filosofia e Ciências. Universidade Estadual Paulista. Marília – SP, 2006

SILVA, N. V. S. **As condições de Salubridade Ambiental das Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame**: Diagnóstico e Proposição de Benefícios. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2006.

SILVA, V. S. **Aplicação do índice de salubridade ambiental em segmentos populacionais atendidos pelas unidades públicas de saúde da cidade de Ouro Branco-MG e sua comparação com indicadores de saúde**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto - MG, 2009.

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S.; CORDEIRO NETTO, O.M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, p. 1713-1724, 2002.

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

VASCONCELOS, J. S. **Índices Urbanísticos e o Ambiente Térmico: Estudo em uma fração urbana da cidade de São Carlos – SP**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Paulo – SP, 2014.

VIANA, A. P. **Relação dos Indicadores de Salubridade Ambiental com a saúde e sustentabilidade pública no município de Itapemirim/ES**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Saúde Pública e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória – ES, 2013.