

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA – CTEC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E**  
**SANEAMENTO - PPGRHS**

**JOSÉ APARECIDO DA SILVA GAMA**

**ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL EM MACEIÓ APLICADO À**  
**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ/AL**

**MACEIÓ – AL**

**2013**

**JOSÉ APARECIDO DA SILVA GAMA**

**ÍNDICE/ DE SALUBRIDADEAMBIENTAL EM MACEIÓ APLICADO À  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ/AL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Caramori  
Borges de Souza

**MACEIÓ – AL**

**2013**

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos**

G184i      Gama, José Aparecido da Silva.  
             Índice de salubridade ambiental em Maceió aplicado a bacia hidrográfica do riacho Reginaldo em Maceió/AL / José Aparecido da Silva Gama. – 2013.  
             101 f. : il.

Orientador: Vladimir Caramori Borges de Souza.  
Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2013.

Bibliografia: f. 88-92.  
Apêndices: f. 93-101.

1. Salubridade ambiental – Indicadores. 2. Riacho Reginaldo – Bacia hidrográfica. 3. Salubridade ambiental. 4. Saneamento básico. I. Título.

CDU: 628.19



Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Centro de Tecnologia – CTEC  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamentos – PPGRHS



## ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL DE MACEIÓ APLICADO À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO

JOSÉ APARECIDO DA SILVA GAMA

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas e aprovada no dia 26 de março do ano de 2013.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vladimir Caramori Borges de Souza  
(Orientador – PPGRHS/UFAL)

Prof. Dr. Marllus Gustavo F. P. das Neves  
(PPGRHS/UFAL)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nélia Henriques Callado  
(PPGRHS/UFAL)

Prof. Dr. Luiz Roberto Santos Moraes  
(UFBA)

Dedico este trabalho

À minha mãe Maria Santana;  
À minha querida esposa Roseane,  
pela compreensão e incentivo nesta  
caminhada acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao criador, Deus, por nos dar força nos momentos difíceis.

Agradeço a minha esposa e irmãs que me deram força desde o início deste trabalho.

Ao meu cunhado Roberval por me dar força e estímulo para seguir em frente.

Ao meu orientador, Professor Vladimir Caramori, que acreditou em mim para o desenvolvimento deste trabalho, e apesar da distância geográfica esteve sempre presente na orientação. Além de conhecimentos, me ofereceu força e estímulo nos momentos difíceis da sua realização.

Ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS, e todos os docentes que fazem parte do mesmo.

A turma de 2010 do PPGRHS pelos momentos que passamos juntos, além dos alunos da turma de 2011 que também tive o prazer de conviver.

Ao Professor Fabiano Barbosa e a bolsista Thamyrys Morgana que me auxiliaram na produção de mapas.

A Engenheira Civil Josiane Holz, por ter disponibilizados os *shapes* da bacia do Riacho Reginaldo e informações sobre a drenagem, que foram relevantes no desenvolvimento deste trabalho.

Ao incentivo dos colegas de trabalho, Sheyla Macêdo e José Almeida.

A SLUM e a CASAL pela disponibilização de informações necessárias ao desenvolvimento do trabalho.

## RESUMO

A bacia do Riacho Reginaldo do município de Maceió/AL apresenta problemas relacionados às condições de salubridade ambiental, especialmente nas áreas de ocupação urbana irregular, ocorrida sem o acompanhamento da adequada prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Os Índices de Salubridade Ambiental tem sido utilizados como ferramentas de planejamento para priorização de ações em saneamento básico em diversos municípios brasileiros, mas sua composição depende de bases de informação sobre a prestação dos serviços e sobre a infraestrutura básica do município. Esse trabalho tem como objetivo geral desenvolver e mapear um Índice de Salubridade Ambiental para a bacia do Riacho Reginaldo na escala espacial de setores censitários, considerando os indicadores que caracterizam a condição da bacia, a partir de duas fontes de informação: censo demográfico de 2010 e prestadores de serviços públicos de saneamento básico em Maceió/AL. Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada a caracterização da prestação dos serviços públicos de saneamento básico da bacia considerando o levantamento de dados com base nas duas fontes de informação. Após esse levantamento foi realizado a composição e o mapeamento de indicadores de salubridade ambiental com base nas variáveis e nas informações disponíveis nas duas fontes. De acordo com os resultados obtidos, a salubridade ambiental geral da bacia está compreendida na faixa de salubridade moderada, considerando o contexto local. No entanto há setores censitários da bacia que estão compreendidos na faixa de salubridade satisfatória, mas que apresentam deficiência em um ou mais dos componentes do saneamento básico. Há também setores censitários na bacia que estão na faixa de salubridade insatisfatória, onde a prestação dos serviços públicos de saneamento é precária. O estabelecimento dos indicadores utilizados neste trabalho considerou as informações disponíveis e que permite analisar uma condição da bacia em relação ao serviço de saneamento básico prestado. Observa-se que há divergências significativas nos resultados para as duas fontes de informação em várias áreas da Bacia, o que indica dois aspectos no uso de indicadores: (1) a informação depende fortemente da forma como foi obtida; e (2) nenhuma das duas fontes de informação usadas consegue representar adequadamente a real condição da bacia. Os dados do censo demográfico dependem da percepção da população em relação a determinado serviço (alto grau de subjetividade baseado na apropriação do conhecimento sobre a tecnologia usada) enquanto que os dados dos prestadores de serviço não conseguem reproduzir o real uso da estrutura disponível por parte da população.

Palavras-chave: Índice de Salubridade Ambiental. Riacho Reginaldo. Salubridade Ambiental. Saneamento Básico.

## ABSTRACT

The Basin of Reginaldo Creek in the city of Maceió/AL presents problems related to environmental health conditions, especially in areas of irregular urban occupation, which occurred without the accompaniment of proper provision of public sanitation. Indices of Environmental Health has been used as planning tools for prioritizing actions in sanitation in several Brazilian cities, but its composition depends on bases of information about the services and the basic infrastructure of the city. This study aims to develop and map an Environmental Health Index (ISA) for The Basin of Reginaldo Creek in spatial scale of census tracts. Aiming to describe environmental health conditions (based on sanitary infrastructure and public sanitation services) on Reginaldo's creek basin, two main data sources was used: census 2010 and public service providers of sanitation in Maceió/AL. The methodology was based on characterization of the provision of public services sanitation of the basin considering the survey data based on two sources of information. Based on spatial sanitation data (such as water supply, sewage, solid waste collection and urban drainage – both infrastructure and public services), the ISA was computed and mapped. Results show high variability in environmental health conditions all over the basin. Considering local context (in a relative context), the overall environmental health of the basin is comprised in the range of moderate health. Although some census tracts are comprised in the range of satisfactory health, we observe deficiencies in one or more components of ISA all over the studied area. Additionally, it was observed some census tracts classified in a range of poor health, where the provision of public sanitation is poor. The establishment of the indicators used in this study considered the information available and allows to analyze the basin's conditions related to public sanitation services. Considering the available data (based on IBGE census data and public service providers data), significant differences in ISA value was observed for some census tracts, which indicates two aspects in the use of indicators: (1) the information is heavily dependent on how it was obtained, and (2) none of the two information sources used can adequately represent the real condition of the basin. Data from the census depends on the perception of the population regarding the particular service (highly subjective based on the appropriation of knowledge about the used technology) while data service providers can not reproduce the actual use of the structure available from the population.

Keywords: Environmental Health Index, Reginaldo Creek, Environmental Health, Public Sanitation.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - NÍVEL DE AGREGAÇÃO DE DADOS PARA COMPOSIÇÃO DE ÍNDICES/INDICADORES.....	19
FIGURA 2 - FIGURA 6 - EM DESTAQUE, SETOR CENSITÁRIO 270430205100082, NO BAIRRO DO JACINTINHO.....	36
FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO.....	38
FIGURA 4 – ZONEAMENTO DA ÁREA URBANA DE MACEIÓ COM A BACIA DO RIACHO REGINALDO EM DESTAQUE E SUAS SUB- BACIAS.....	39
FIGURA 5 - (A) CENTRO DE CONVENÇÕES (PÚBLICO) E (B) SUPERMERCADO (PRIVADO) .....	41
FIGURA 6 – OCUPAÇÃO IRREGULAR DE ENCOSTAS.....	41
FIGURA 7 – PARTE DA PLANILHA DE INFORMAÇÕES POR DOMICÍLIO DO CENSO 2010.....	44
FIGURA 8 – PÁGINA DO DOCUMENTO QUE DESCREVE AS VARIÁVEIS UTILIZADAS NO CENSO .....	44
FIGURA 9 – INDICADOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR REDE GERAL – IRG (A), POR POÇOS – IPO (B) E POR OUTRAS FONTES – IOF (C) .....	68
FIGURA 10 – INDICADOR DE COBERTURA DE ÁGUA (ICA) COM DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇO.....	70
FIGURA 11 – INDICADOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (IAB): (A) COM DADOS DO IBGE E (B) COM DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇOS .....	70
FIGURA 12 – INDICADOR DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: (A) POR REDE COLETORA – IRC, (B) POR FOSSA SÉPTICA - IFS E (C) POR FOSSA RUDIMENTAR – IFR.....	72
FIGURA 13 – INDICADORES TERCIÁRIOS DO IES COM DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇOS .....	74
FIGURA 14 – INDICADOR DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - IES: (A) COM DADOS DO IBGE E (B) COM DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇOS .....	74
FIGURA 15 – INDICADOR DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: (A) POR CAMINHÃO COLETOR PORTA-A-PORTA – ICC E (B) POR CAÇAMBA ESTACIONÁRIA - ICE .....	76
FIGURA 16 – INDICADOR DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (ICR), DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇO .....	77
FIGURA 17 – INDICADOR DE COLETA DE RESÍDUOS – ICR: (A) COM DADOS DO IBGE E (B) COM DADOS DO PRESTADOR DE SERVIÇOS.....	78
FIGURA 18 – INDICADOR DE DRENAGEM URBANA: (A) IDU E (B) IRA PROPOSTO POR HOLZ (2010).....	79
FIGURA 19 – ISA/MACEIÓ: (A) COM DADOS DO IBGE E (B) COM DADOS DOS PRESTADORES DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO .....	81
FIGURA 20 – ISA/MACEIÓ POR FAIXAS DE SALUBRIDADE: (A) COM DADOS DO IBGE E (B) COM DADOS DOS PRESTADORES DE SERVIÇOS.....	83

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DETALHAMENTO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA/SP). .....	27
QUADRO 2 – DETALHAMENTO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA/BH) .....	29
QUADRO 3 – DETALHAMENTO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA ÁREAS DE OCUPAÇÃO ESPONTÂNEA (ISA/OE). .....	31
QUADRO 4 – DETALHAMENTO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA/JP). .....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – INDICADORES QUE COMPÕEM O IRA.....	55
TABELA 2 – PONDERAÇÃO DOS COMPONENTES DO ISA/MACEIÓ.....	61
TABELA 3 – SÍNTESE DA COMPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE SEGUNDA ORDEM COM BASE NOS DADOS DO CENSO 2010 .....	62
TABELA 4 – SÍNTESE DA COMPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE SEGUNDA ORDEM COM BASE NOS DADOS DOS PRESTADORES DO SERVIÇO PÚBLICO DE SANEAMENTO BÁSICO .....	62
TABELA 5 – SITUAÇÃO DE SALUBRIDADE POR FAIXA DE PONTUAÇÃO DO ISA/MACEIÓ.....	63

## LISTA DE SIGLAS

Aml	Amostras realizadas que atende a legislação
Amr	Amostras realizadas
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CONESAM	Conselho Estadual de Saneamento Ambiental de São Paulo
Dua	Domicílios urbanos atendidos no setor censitário
Duc	Domicílios urbanos em áreas com cobertura de rede geral
Dut	Domicílios urbanos totais
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
Iab	Indicador de abastecimento de água
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ic	Indicador de Consequência
Ica	Indicador de cobertura de água
Ice	Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária
ICR	Indicador de Cobertura de Coleta de Resíduos Sólidos
Icv	Indicador de Controle de Vetores
Idu	Indicador de Drenagem Urbana
Ies	Indicador de Esgotamento Sanitário
If	Indicador de frequência
Ifr	Indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa rudimentar
Ifs	Indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa séptica
Iof	Indicador de abastecimento de água por outras fontes
Ip	Indicador de População atingida
Ipo	Indicador de abastecimento de água por poço
Iq	Indicador de Geração de Escoamento Superficial
Iqa	Indicador de qualidade de água
IRA	Índice de Risco de Alagamento
Irc	Indicador de destinação do esgotamento sanitário em rede coletora
Irg	Indicador de abastecimento de água por rede geral
Irh	Indicador de Recursos Hídricos
Irs	Indicador de Resíduos Sólidos
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
ISA/BH	Índice de Salubridade Ambiental de Belo Horizonte
ISA/JP	Indicador de Salubridade Ambiental de João Pessoa
ISA/Maceió	Índice de Salubridade Ambiental de Maceió
ISA/OE	Índice de Salubridade Ambiental de Áreas de Ocupação Espontânea – Salvador/BA
Ise	Indicador Socioeconômico
Isl	Indicador de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza
SLUM	Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Conceitos e Definições de Índices e Indicadores .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Saneamento Básico .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Salubridade Ambiental .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Indicadores de Salubridade Ambiental.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Indicadores de Salubridade Ambiental Desenvolvidos no Brasil .....</b>	<b>25</b>
2.5.1 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (SP).....	26
2.5.2 Índice de Salubridade Ambiental – ISA (BH).....	29
2.5.3. Índice de Salubridade Ambiental – ISA (OE).....	31
2.5.4 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (JP).....	33
2.5.5 Unidade Espacial de Análise .....	36
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo.....</b>	<b>37</b>
3.1.1 Características fisiográficas .....	39
3.1.2 Uso e ocupação do solo.....	40
<b>3.2 Composição e Mapeamento do Índice de Salubridade Ambiental.....</b>	<b>42</b>
3.2.1 Levantamento de dados do Censo demográfico.....	43
3.2.2 Composição dos indicadores com base nos dados do Censo Demográfico 2010 ..	45
3.2.2.1 Indicador de Abastecimento de Água (Iab) .....	46
3.2.2.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies) .....	49
3.2.2.3 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr) .....	51
3.2.2.4 Indicador de Drenagem Urbana (Idu).....	54
3.2.3 Levantamento de dados junto aos prestadores de serviços .....	56
3.2.4 Composição e cálculo dos indicadores com dados dos prestadores de serviço .....	56
3.2.4.1 Indicador de Abastecimento de Água.....	57
3.2.4.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies) .....	58
3.2.4.3 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr) .....	59

3.2.4.4 Indicador de Drenagem Urbana (Idu).....	60
3.2.5 Ponderação dos Indicadores secundários à formulação do ISA.....	60
3.2.6 Síntese da composição do ISA/Maceió e faixas de salubridade.....	62
3.2.7 Mapeamento dos indicadores na bacia do Riacho Reginaldo .....	63
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>4.1 Visão geral das condições sanitárias na Bacia do Riacho Reginaldo.....</b>	<b>64</b>
<b>4.2 Indicadores para Qualificação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico na Bacia do Riacho Reginaldo .....</b>	<b>67</b>
4.2.1 Indicador de abastecimento de água (Iab) com base nos dados do Censo demográfico 2010.....	67
4.2.2 Indicador de abastecimento de água (Iab) com dados do prestador de serviço .....	68
4.2.3 Comparação dos Indicadores de abastecimento de água (Iab) .....	70
4.2.4 Indicador de esgotamento sanitário (Ies), com dados do IBGE .....	72
4.2.5 Indicador de esgotamento sanitário (Ies), com dados do prestador de serviço .....	73
4.2.6 Comparação dos Indicadores de Esgotamento Sanitário (Ies).....	74
4.2.7 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr) com base nos dados do IBGE.....	76
4.2.8 Indicador de coleta de resíduos sólidos (Icr), com dados do prestador de serviço .....	77
4.2.9 Comparação dos Indicadores de Coleta de Resíduos (Icr) .....	78
4.2.10 Indicador de Drenagem Urbana - Idu .....	<b>79</b>
<b>4.3 Índice de Salubridade Ambiental - ISA/Maceió .....</b>	<b>81</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A história do Brasil tem demonstrado incapacidade do Estado em promover condições materiais e sociais para uma vida digna da maioria da população. As condições de salubridade do meio ambiente têm sido afetadas pela ausência ou ineficiência do Estado neste importante item de promoção da saúde pública. Dias (2003) cita alguns fatores que contribuíram para a insalubridade ambiental, tais como o processo de urbanização acelerado causado pela migração campo-cidade, implicando na ocupação de áreas sem qualquer planejamento habitacional, o descaso do Poder Público na promoção e efetivação de políticas que viessem a proporcionar qualidade de vida à população em áreas de ocupação irregular, prioridade na implantação dos serviços básicos necessários à expansão industrial, entre outros.

A Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) trouxe novas perspectivas para a abordagem do saneamento básico, mas o passivo histórico mostra que a qualidade na prestação dos serviços públicos de saneamento básico ainda é baixa (em abrangências, tecnologias usadas, estruturas institucionais, etc.). O resultado geral desse processo histórico é visível na baixa qualidade de vida da população, especificamente a de baixa renda, no alto grau de degradação do ambiente e na própria percepção da população sobre o saneamento básico.

O acesso aos serviços públicos de saneamento básico é um direito humano essencial. No entanto, o cenário global quanto à cobertura desses serviços é bem mais dramático, cerca de 2,6 bilhões de pessoas, metade da população do mundo em desenvolvimento, ainda não tem acesso ao saneamento básico adequado (ONU, 2012). No tocante a realidade brasileira verifica-se que 6,5% dos domicílios não tinham acesso à rede de distribuição de água e 32% não tinham acesso à rede coletora de esgoto, tendo como referência o ano de 2009 ((IBGE, 2010c)

Esse não acesso aos serviços de saneamento básico atinge principalmente as áreas ocupadas por indivíduos de baixa renda nos grandes centros urbanos. Entretanto essa situação não é vivenciada apenas nas grandes cidades, mas também em cidades médias como é caso de Maceió/AL.

A capital alagoana apresenta várias localidades de ocupação irregular, sendo que uma dessas áreas é a bacia do Riacho Reginaldo, objeto de estudo desse trabalho. Essas regiões apresentam muitas áreas que são impróprias para ocupação, frequentemente são áreas de Preservação Permanentes, segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº

4.777/1965<sup>1</sup>). Entretanto, tais áreas são densamente povoadas, e contam com uma prestação precária de serviços públicos de saneamento básico.

As demandas das áreas ocupadas (especialmente nas áreas de baixa renda referente aos serviços de infraestrutura urbana e social) são tratadas apenas em situações emergenciais e as decisões para a implantação de ações visando atender essas demandas nem sempre levam em conta critérios de prioridade. Uma das razões para essa realidade decorre da carência de informações sistematizadas, conforme destacado por Souza, Moraes e Borja (2012) em relação aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais.

De acordo com Aravéchia Júnior (2010), da necessidade de provisão de informação de qualidade para guiar a tomada de decisões, surgiram desde o final da década de 80, várias iniciativas de construção de índices e indicadores. Tais iniciativas possuíam em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas públicas, bem como monitorar e orientar a tomada de decisão por atores públicos e privados.

Entre as categorias de indicadores que surgiram destacam-se os Indicadores de Sustentabilidade, os Indicadores Ambientais, os Índices de Qualidade da Água e os Índices de Sustentabilidade Urbana. Esses indicadores influenciaram na proposição de Índices (ou Indicadores) de Salubridade Ambiental (ISA).

Como exemplo desta iniciativa, destaca o surgimento do Indicador de Salubridade Ambiental, desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo – (CONESAN) (SÃO PAULO, 1999). O ISA/SP, como ficou conhecido, têm sido adaptado e replicado em várias partes do País, considerando a disponibilidade de fontes de informações locais para composição dos indicadores.

Com base no ISA/SP e em outros trabalhos de ISA criados no País o presente estudo propõe a elaboração de um Índice de Salubridade Ambiental baseados nos aspectos sanitários para a Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL.

Esse trabalho se insere no contexto do projeto de pesquisa MAPLU2, desenvolvido em rede de pesquisas entre 16 instituições (UFMG, UFAL, UFRGS, UFSM, UFSC, UERJ, UFRJ, FAU/USP, POLI/USP, EESC/USP, UFG, UnB, UFC,

---

<sup>1</sup> A Lei 4.771/1965 (Código Florestal Brasileiro) foi revogada pela Lei 12.651/2012. Entretanto, a condição atual de ocupação é resultado de um processo histórico, no qual ela estava vigente, o que justifica sua citação aqui. Destaca-se, entretanto, que os critérios de definição de APP's mudaram em seus limites, mas não em seus conceitos (áreas de grande declividade, topos de morro, margens de curso d'água, etc.)



UFPE, UFRN, UFSCar), contemplando contextos urbanos e climáticos típicos de todas as regiões geográficas brasileiras, a exceção da Região Norte. O projeto tem apoio financeiro da FINEP por meio da Chamada Pública MCT/MCIDADES/FINEP/Ação Transversal/SANEAMENTO AMBIENTAL e HABITAÇÃO - 7/2009, e tem como objetivo geral "desenvolver soluções urbanísticas e ambientalmente adequadas de manejo de águas pluviais para a redução do impacto sobre o hidrograma de enchentes, com especial atenção para a qualidade da água, o controle de vetores e a gestão de resíduos sólidos, em bacias experimentais urbanas".

### **1.1 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e mapear um Índice de Salubridade Ambiental para a bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL, adaptando metodologias existentes e considerando a base de informações locais. Para atingir o objetivo geral, será necessário alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Mapear os serviços de saneamento básico na bacia do Riacho Reginaldo em relação a indicadores que caracterizem sua forma de prestação.
- Compor e adaptar indicadores de saneamento básico considerando informações comparativas entre dados do IBGE e de prestadores de serviço de saneamento básico na bacia do Riacho Reginaldo.
- Mapear os indicadores e classificar a situação da salubridade ambiental por setores censitários na Bacia do Riacho Reginaldo.
- Analisar de forma comparativa o mapa de salubridade ambiental da Bacia com base nas duas fontes de informação usadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Conceitos e Definições de Índices e Indicadores

A palavra indicador é originário do latim *indicare*, cujo significado é destacar, descobrir, revelar, apontar ou indicar. De acordo com Aravéchia Júnior (2010), o surgimento dos indicadores como instrumento de compreensão da realidade ocorre por volta de 1947, tendo como pioneiro os indiciadores sociais, que foram responsáveis pelo surgimento de outras categorias de indicadores. Entre essas categorias que surgiram depois o autor destaca: Indicadores Ambientais, Indicadores de Sustentabilidade, Indicadores de Qualidade da Água, e os Indicadores de Sustentabilidade Urbana. Esses indicadores influenciaram no surgimento do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA, que será objeto de discussão deste trabalho.

Na definição da OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*), um indicador deve ser entendido como um parâmetro, ou valores resultantes de parâmetros, que indicam e fornecem informações sobre o estado de um determinado fenômeno, com uma extensão significativa (BELLEN, 2002).

Para Costa *et al.* (2011) os indicadores são informações de caráter quantitativo resultantes de pelo menos duas variáveis primárias entendidas como informações, espaciais, temporais, ambientais, entre outras. Os autores também afirmam que os indicadores, são modelos simplificados da realidade, portadores da capacidade de facilitar a compreensão de comunicação de dados brutos, bem como adaptar as informações á linguagem dos tomadores de decisões.

Bellen (2002) destaca que uma importante característica do indicador, quando comparado com os outros tipos de informação, é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. O autor afirma que o objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Já para Magalhães Júnior, Netto e Nascimento (2003) os indicadores são informações que comunicam a partir da mensuração de elementos e fenômenos da realidade abordada. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação (BELLEN, 2002).

Segundo Nahas (2005) os indicadores são dados, informações, valores ou descrição, que retratam uma realidade ou estado de coisas. O indicador deve ter abrangência de expressão, ou seja, deve informar além daquilo que expressa diretamente. O indicador “cobertura da coleta de lixo”, por exemplo, expressa também a

qualidade de vida e a oferta do serviço público de limpeza urbana municipal. Portanto diz muito mais do lugar do que a simples existência de coleta de lixo. Shields *et al.* (2002, *apud* SICHE *et al.* 2007) afirmam que o indicador é normalmente utilizado como um pré-tratamento aos dados originais.

Kolsky e Butler (2002) ressaltam que a utilização de indicadores para descrição da realidade, e para medição e desempenho de processos e objetivos têm sido largamente desenvolvidos, no entanto esses autores destacam que os indicadores são necessários não apenas para essas funções, mas também para apontar o caminho para decisões adequadas frente aos problemas. Santos (2008) afirma que a qualidade de um indicador é fator indispensável para se identificar as causas de um problema e, assim, propor soluções e medidas de ação.

Segundo Borja e Moraes (2003), o processo de construção de indicadores ambientais envolve uma série de decisões e exige uma compreensão integrada do meio ambiente e conseqüentemente uma abordagem interdisciplinar. Os autores também destacam que os objetivos de um sistema de indicadores devem não apenas contemplar o interesse do Poder Público, mas também ser um instrumento de cidadania, que informe aos cidadãos o estado da qualidade ambiental.

O conceito de Índices está vinculado ao conceito dos indicadores discutido acima. Uma definição de índice objetiva é apresentada por Shields *et al.* (2002 *apud* SICHE *et al.* 2007) e por Nahas (2005), definindo índice como o valor final agregado de todo o procedimento de cálculo (agregação matemática de informações numéricas ou indicadores), utilizando-se inclusive indicadores como variáveis em sua composição.

EPA (1995 *apud* SALLES, 2003) define índice como um conjunto de estatísticas e/ou indicadores que resume uma grande quantidade de informações relacionadas e que utilizam algum processo sistemático de agregação de variáveis em único resultado.

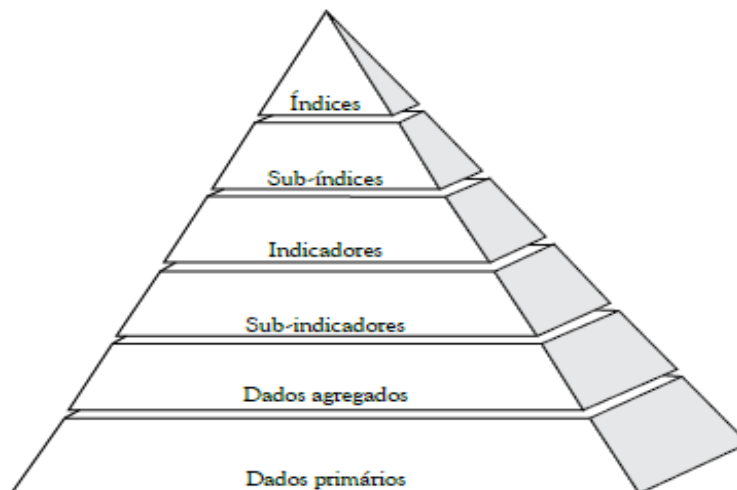
De acordo com Santos (2008) o índice é um indicador composto, ou seja, é o agrupamento de dois ou mais indicadores simples. Portanto o agrupamento de dados primários e indicadores resultam na informação síntese, que será o índice integrado.

Nahas (2005) destaca também que na construção do sistema de indicadores para compor o índice, as variáveis consideradas relevantes devem ser selecionadas a partir de dados disponíveis e potencialmente importantes sobre a realidade estudada.

Diante do que foi abordado constata-se que o processo de construção de índices e indicadores tem como objetivo simplificar um grande conjunto de informações brutas e complexas sobre um fenômeno ou uma realidade abordada para facilitar a

comunicação do estado ou realidade do mesmo. A figura 1 esboça o formato de aglutinação de indicadores e Índices.

**Figura 1 - Nível de agregação de dados para composição de índices/indicadores.**



Fonte: Shields *et al.* (2002 *apud* SICHE *et al.* 2007).

Essa integração de observações, dados e estatística são responsáveis pela estruturação de indicadores e índices que tem como objetivo representar o mais próximo possível a realidade estudada. Baseando-se nessas definições e conceitos pode-se afirmar em linhas gerais que o Índice expressa uma informação qualitativa, enquanto que o indicador expressa uma informação quantitativa. Destaca-se que os indicadores também podem ser qualitativos.

Segundo Hamilton (1996 *apud* ARAVÉCHIA JR., 2010), algumas questões devem ser observadas antes da 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 comprometimento da metodologia do indicador.
- Relevância: o indicador visa atender e avaliar questões de interesse relevantes como saúde, qualidade ambiental entre outros.
- Mensurabilidade: seu resultado deve ser quantificável e objetivo.

- Qualidade dos dados: provenientes de fontes confiáveis.
- Comparabilidade com outros indicadores: os resultados devem constituir forma de comparação com resultados de outros indicadores.

De acordo com Tunsdall (1994, *apud* ARAVÉCHIA JR., 2010) destaca as principais funções dos indicadores:

- Avaliação de condições e tendências.
- Comparações entre lugares e situações.
- Avaliação de condições e tendências em relação às metas e objetivos.
- Prover informações de advertências.
- Antecipar futuras condições e tendências.

Hamilton (1996 *apud* ARAVÉCHIA JR., 2010), além de enumerar importantes características para o processo de construção de indicadores e índices, também destaca que os indicadores são modelos que apenas representam a realidade e que jamais podem ser confundidos com ela.

Na mesma linha de discussão, Souza et al. (2012) destacam a dificuldade de representação de algumas informações, como a drenagem urbana, por meio de índices ou indicadores. No caso específico, os autores destacam que os indicadores usados para drenagem urbana dificilmente conseguem representar qualquer informação que tenha aderência com a realidade.

## **2.2 Saneamento Básico**

A importância do saneamento básico para a humanidade é reconhecida por vários autores e destacada em vários estudos. A condição adequada de saneamento é ao mesmo tempo requisito indispensável para a proteção do ambiente e da saúde humana, principalmente, nos países com menor estágio de desenvolvimento (BRASIL, 2006).

De acordo com Heller (1997), o saneamento é o conjunto das ações que visam à qualidade ambiental para promover a qualidade de vida, sendo que o autor baseia-se na clássica definição de saneamento formulada pela Organização Mundial de Saúde em que o saneamento constitui-se no controle de todos os fatores do meio físico do home que podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental e

social. O autor afirma que, neste conceito, fica clara a articulação do saneamento com o enfoque ambiental, ao situá-lo no campo do controle dos fatores físicos.

Saneamento básico significa higiene e limpeza, e suas principais atividades estão ligadas ao manejo de resíduos gerados pelas pessoas, como esgoto e lixo, tornando-os inofensivos as pessoas (CAVINATO, 2008). A autora afirma que o saneamento básico tem como função prevenir a poluição dos rios e das praias, e também garantir o fornecimento de água de boa qualidade aos habitantes, dentre outras.

A Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) define o saneamento básico como conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de:

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, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas 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, infraestruturas 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, p.1-2)

Para Santos (2008) o saneamento básico pode ser entendido como o conjunto de ações que visam alcançar a qualidade ambiental. Essa definição sintoniza-se com o que defende Aravéchia Júnior (2010) ao afirmar que o saneamento básico é um conjunto de medidas visando preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e promover saúde.

De acordo com Cavinato (2008), Heller (1997) e BRASIL (2004), o saneamento básico compreende os serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Essas várias conceituações de Saneamento Básico, com pequenas variações entre os autores citados, não apresentam diferenças significativas no tocante aos fundamentos que os sustentam.

No entanto o saneamento pode ser definido de forma mais ampla, completa e integrado aos fatores ambientais, considerando-se saneamento ambiental. BRASIL (2004, p.17-18) define Saneamento Ambiental da seguinte forma:

O conjunto de ações com o objetivo de alcançar níveis de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água: a coleta, o tratamento e a disposição de esgotos e dos resíduos sólidos e gasosos e os demais serviços de limpeza; o manejo das águas pluviais urbanas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças e a disciplina da ocupação e uso do solo, as condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbanos e rurais.

Para Aravéchia Júnior (2010) o saneamento ambiental engloba as atividades do saneamento básico (água, esgoto, resíduos sólidos e águas pluviais) e algumas outras, como: controle de insetos e roedores; saneamento dos alimentos; saneamento dos locais de trabalho, saneamento dos locais de recreação; saneamento aplicado ao planejamento territorial.

Essa abordagem de saneamento ambiental foi enfatizada para destacar que a área de saneamento vai além do saneamento básico. Diante das definições apresentadas, observa-se que Saneamento Básico configura-se como um elemento preventivo, que deve proporcionar um ambiente que garanta as condições adequadas de salubridade, resultando em uma melhor saúde para os indivíduos.

### **2.3 Salubridade Ambiental**

No processo de busca da moradia, os seres humanos vivem em suas variadas atividades, relacionando-se com o meio ambiente, essas diferentes formas de se relacionar com o ambiente caracterizam a sua transformação, recriando-se assim uma nova paisagem urbana (DIAS, 2003). A salubridade ambiental dessa paisagem urbana recriada está vinculada ao estado de qualidade ambiental que a mesma apresenta.

De acordo com São Paulo (1999), a salubridade ambiental é entendida como a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças relacionadas ao meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis á saúde da população urbana e rural.

Aravéchia Júnior (2010) baseando-se na definição do São Paulo (1999) afirma que a salubridade ambiental é a conciliação entre qualidade de vida, qualidade ambiental e as condições ideais para desenvolver um ambiente saudável e socialmente

justo. O autor também afirma que a salubridade ambiental tem uma relação direta com os serviços públicos de saneamento básico, visto que a mesma é diretamente proporcional ao nível de saneamento. Dessa forma, quanto melhor a qualidade da prestação do serviço de saneamento básico, maior será a salubridade ambiental da localidade.

Costa (2010) considera a salubridade ambiental como um fator de grande importância para a promoção da saúde pública.

Dias (2003) destaca que salubridade não é a mesma coisa que saúde, mas o estado das coisas, do meio e seus elementos constitutivos, que permitem a melhor saúde possível. A autora complementa a definição de salubridade como sendo o conjunto das condições materiais e sociais necessários para se alcançar um estado propício à saúde, condições estas influenciadas pela educação e cultura da população ocupante da localidade.

Para Alva (1994 *apud* DIAS, 2003) a salubridade ambiental é produto das relações entre as pessoas, comunidades e organizações, e o meio ambiente, criado pela mesma sociedade, dentro de uma tradição cultural. Com isso percebe-se que a salubridade ambiental é um produto da prestação dos serviços públicos de saneamento básico na localidade e da sociedade que nela habita.

Segundo Souza (2010), umas das formas de se analisar a salubridade ambiental de uma região, é por meio do uso de indicadores, visto que estes possibilitam a mensuração, ou seja, expressam melhor as necessidades de melhorias.

Neste trabalho serão utilizados indicadores que permitam avaliar a prestação dos serviços de saneamento básico e sua conseqüente qualidade na condição de salubridade ambiental da área analisada, considerando a infraestrutura de saneamento básico disponível e a forma de abordagem dos indicadores disponíveis. Para a composição do índice de salubridade ambiental, foram considerados 4 indicadores, conforme descrito a seguir.

O Indicador de Abastecimento de Água (Iab), que considera o abastecimento de água um serviço de grande relevância para a erradicação de várias doenças associadas à água. A não existência de água no domicílio obriga a busca desse recurso em lugares distantes, que não oferece garantias da sua qualidade. De acordo com Cavinato (2008), a disponibilidade de água em quantidade e qualidade contribui para melhores condições de salubridade ambiental.



O Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies), que considera o serviço público de esgotamento sanitário um componente de grande importância para a garantia da salubridade ambiental. Souza (2010) afirma que a adequada prestação desse serviço é de grande relevância para a conservação dos lençóis freáticos, dos rios, riachos e para garantir a qualidade das águas subterrâneas, visto que o efetivo serviço de esgotamento sanitário atuará de forma positiva no afastamento da disseminação de doenças transmissíveis por organismos patogênicos presentes nos dejetos sanitários e na água contaminada.

Heller (1997) ressalta que a destinação adequada das excretas é umas das medidas preventivas de extrema importância no controle de doenças veiculadas a partir de dejetos sanitários. Outro aspecto positivo da prestação do serviço público de esgotamento sanitário é que, o afastamento das excretas do contato humano resultará em vantagens econômicas para o Poder Público e a sociedade, referentes à diminuição de despesas com o tratamento de doenças causadas pelo contato com dejetos (SNSA, 2008)

O Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr), considera que o serviço público de coleta de resíduos sólidos tem como objetivo prevenir e controlar doenças a eles relacionadas. De acordo com SNSA (2008), os resíduos sólidos quando não recebem os cuidados adequados constituem problema sanitário significativo associado ao favorecimento da proliferação de vetores e roedores causadores de doenças como diarreia crônica e leptospirose, entre outras.

O serviço adequado de coleta de resíduos sólidos é um componente relevante para garantir a salubridade ambiental de determinada localidade. Segundo Cavinato (2008), a coleta de resíduos sólidos é uma atividade essencial dos serviços públicos de limpeza urbana das cidades e além de evitar a poluição visual nas vias o serviço de coleta causa efeito educativo nos moradores, pois segundo a autora uma cidade limpa além de afastar animais vetores de doenças exerce também influência nos hábitos de limpeza da população.

Por fim, o Indicador de Drenagem Urbana (Idu), que considera a drenagem urbana um conjunto de medidas que objetivam minimizar os riscos e prejuízos que a população urbana está sujeita com as inundações, conforme Porto *et al.* (1997)

Sob o ponto de vista sanitário a FUNASA (2006) afirma que o serviço público de drenagem urbana visa, principalmente, o escoamento das águas pluviais para evitar a propagação de doenças relacionadas à água e, desta forma, constata-se que o serviço

adequado de drenagem urbana e manejo de águas pluviais é relevante para a garantia das condições de salubridade e para evitar prejuízos materiais e sociais.

#### **2.4 Indicadores de Salubridade Ambiental**

A partir da constatação da estreita relação entre saúde pública e meio ambiente inserido nos conceitos de saneamento básico e salubridade ambiental passaram-se a ter um argumento e incentivo suficientemente forte para a construção e aplicação de um indicador específico para a descrição das condições de salubridade. Esse indicador é o ISA, Indicador de Salubridade Ambiental, desenvolvido como um instrumento, cuja finalidade é apontar de forma sintética as condições da qualidade ambiental da localidade, responsáveis pelo nível de salubridade ambiental e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos habitantes (BATISTA; SILVA, 2006).

Outro incentivo relevante para a criação de sistemas de indicadores para avaliar a salubridade ambiental, é observado no Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável. Esse Plano aborda a importância de se construir sistemas de indicadores ambientais que possam retratar as condições de salubridade ambiental, que terão como objetivo subsidiar no estabelecimento de necessidades prioritárias e na definição de ações adequadas (BRASIL, 1995).

Souza (2010) afirma que vem sendo desenvolvidos sistemas de indicadores relativos ao estudo das relações entre saúde humana e o meio ambiente, que têm como finalidade o provimento de informações, que contribuam para subsidiar o Poder Público nas ações de melhoramento das condições de salubridade ambiental. Esses sistemas de indicadores destacado pelo autor são as experiências de ISA desenvolvidas em várias partes do Brasil, as quais serão abordadas no tópico seguinte.

#### **2.5 Indicadores de Salubridade Ambiental Desenvolvidos no Brasil**

A revisão da literatura para subsidiar este trabalho teve como base quatro indicadores de salubridade ambiental:

- ISA/SP – Indicador de Salubridade Ambiental, experiência pioneira no País (SÃO PAULO, 1999).

- ISA/BH – Índice de Salubridade Ambiental de Belo Horizonte, incorpora o indicador de drenagem urbana (MONTENEGRO *et al.* 2001).
- ISA/OE – Índice de Salubridade Ambiental para Áreas de Ocupação Espontâneas, aplicado em áreas de ocupações espontâneas na cidade de Salvador-BA (DIAS, 2003).
- O ISA/JP- Indicador de Salubridade Ambiental para bairros litorâneos da cidade de João Pessoa na Paraíba, que foi adaptado do ISA/SP com a incorporação do indicador de drenagem urbana (Idu) (BATISTA, 2005).

### 2.5.1 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (SP)

A experiência pioneira no desenvolvimento do Indicador de Salubridade Ambiental no Brasil foi realizada pelo Estado de São Paulo, sob a coordenação da Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo – CONESAN (SÃO PAULO, 1999). A elaboração do ISA pelo CONESAN visava atender as normas e os regulamentos da Política Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo para avaliação do Plano Estadual de Saneamento.

O ISA/SP é composto por 6 indicadores relacionados às áreas de saneamento ambiental, socioeconômica, saúde pública e recursos hídricos. Os indicadores que compõem o ISA têm objetivo de verificar as condições de salubridade ambiental no Estado de São Paulo em âmbito municipal, tendo como indicadores os seguintes componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos e o indicador socioeconômico. Esses indicadores são calculados por meio de expressões com médias aritméticas ou ponderadas envolvendo-os e a pontuação dos mesmos tem variação de 0 a 100 (SÃO PAULO, 1999).

Convém destacar que o desenvolvimento do ISA buscou a flexibilidade de permitir a incorporação de novos indicadores, variáveis e formas de pontuação à medida que se tenham outras informações para acrescentar. O valor do ISA é obtido pela média ponderada dos indicadores específicos, os quais são denominados de indicadores secundários, como se pode observar na equação (1):

$$ISA = 0,25. Iab + 0,25. Ies + 0,25. Irs + 0,10. Icv + 0,10. Irh + 0,05. Ise \quad (1)$$

Onde:

Iab: Indicador de abastecimento de água;

Ies: Indicador de Esgotamento Sanitário;

Irs: Indicador de Resíduos Sólidos;

Icv: Indicador de Controle de Vetores;

Irh: Indicador de Recursos Hídricos;

Ise: Indicador Socioeconômico.

Cada indicador, indicador específico, secundário é calculado por meio do valor adotado de suas variáveis, que são os indicadores terciários. Tais variáveis abordam questões específicas do indicador que está sendo trabalhado, conforme apresentado no quadro 1. Os indicadores secundários serão inseridos na formulação (1) para determinação do valor final do ISA. Cada indicador secundário tem um peso específico atribuído relativo à sua importância para a avaliação da salubridade ambiental. Na equação 1 está expresso o peso relativo para cada componente, indicadores secundários do ISA/SP.

**Quadro 1 – Detalhamento do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/SP).**

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
IAB Indicador de Abastecimento de Água	Ica – Indicador de cobertura da água	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de água com controle sanitário.
	Iqa – Indicador de qualidade da água	Monitorar a qualidade da água distribuída.
	Isp – Indicador de saturação do sistema produtor	Comparar as ofertas e as demandas de água.
IES Indicador de Esgotos Sanitários	Ice – Indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos	Quantificar os domicílios atendidos por redes de esgoto e/ou tanques sépticos.
	Ite – Indicador de esgotos tratados	Indicar a redução de carga poluidora.
	Ise – Indicador de saturação do tratamento de esgotos	Comparar a oferta e a demanda das instalações existentes e programar novas instalações e ampliações.
IRS Indicador de Resíduos Sólidos	Icr – Indicador de coleta de lixo	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo.
	Iqr – Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Monitorar a situação da disposição final dos resíduos.

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
	Isr – Indicador de saturação do tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Indicar a necessidade de novas instalações.
ICV Indicador de Controle de Vetores	Ivd – Indicador de dengue	Identificar a necessidade de programas corretivos e preventivos de redução e eliminação da doença.
	Ive – Indicador de esquistossomose	Identificar a necessidade de programas corretivos e preventivos de redução e eliminação de vetores, transmissores e/ou hospedeiros da doença.
	Ivl – Indicador de leptospirose	Indicar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos.
IRH Indicador de Riscos de Recursos Hídricos	Iqb – Indicador da qualidade da água bruta	Monitorar a situação da água bruta ou risco geográfico.
	Idm – Indicador de disponibilidade dos mananciais	Quantificar a disponibilidade dos mananciais em relação à demanda.
	Ifi – Indicador de fontes isoladas	Abrange o controle das águas utilizadas pelas populações em áreas atendidas pelos serviços oficiais de abastecimento de água; monitorar a qualidade da água destas fontes.
ISE Indicador Socioeconômico	Isp – Indicador de saúde pública	Indicar a possibilidade dos serviços públicos de saneamento inadequados, que podem ser avaliados por meio de: - mortalidade infantil e de idosos ligada a doenças de veiculação hídrica – Imh; - mortalidade infantil e de idosos ligada a doenças respiratórias – Imr.
	Irf – Indicador de renda	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento pelo município, que podem ser avaliados por meio de: - distribuição de renda mensal abaixo de três salários mínimos – I3s; - renda média – Irm.
	Ied – Indicador de educação	Indicar a linguagem de comunicação a ser utilizada nas campanhas de educação sanitária e ambiental por meio de: - índice de nenhuma escolaridade – ine; - índice de escolaridade até 1º grau.

Fonte: São Paulo (1999).

## 2.5.2 Índice de Salubridade Ambiental – ISA (BH)

Seguindo a mesma metodologia do ISA/SP, Montenegro *et al.* (2001) propuseram o Índice de Salubridade Ambiental com adaptações para a cidade de Belo Horizonte (ISA/BH) para ser utilizado como ferramenta principal para a realização do diagnóstico da salubridade ambiental da capital mineira e fornecer suporte técnico para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento.

O ISA/BH tem como componentes setoriais 6 indicadores secundários: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos, Drenagem Urbana, Saúde e Salubridade da Habitação (quadro 2), esses indicadores secundários são obtidos por meio dos cálculos dos indicadores terciários. O ISA/BH e seus indicadores secundários têm valores entre 0 e 100.

A composição do ISA/BH difere do ISA/SP, pela introdução da drenagem urbana como componente para a avaliação da salubridade ambiental, esse componente é um dos relevantes na composição dos serviços públicos de saneamento básico. Montenegro *et al.* (2001) afirmam que o ISA/BH é um índice construído com o intuito de dar suporte para o processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte.

**Quadro 2 – Detalhamento do Índice de Salubridade Ambiental (ISA/BH)**

<b>Indicadores Secundários</b>	<b>Indicadores Terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
IAB Indicador de Abastecimento de Água	Ica – Indicador de atendimento de água	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de água com controle sanitário
	Iqa – Indicador de qualidade da água	Monitorar a qualidade da água distribuída
	Ira – Indicador de regularidade do abastecimento	Comparar ofertas e demandas
	Ipd – Indicador de perdas da distribuição	Quantificar as perdas da água na rede de distribuição
	Ida – Indicador de disponibilidade de água potável	Quantificar a disponibilidade de água potável
IES Indicador de Esgotamento Sanitário	Ice – Indicador de atendimento por coleta de esgoto	Quantificar o percentual de atendimento por coleta de esgoto
	Iie – Indicador de interceptação de esgotos	Identificar a interceptação de esgotos
	Ipe – Indicador de poluição dos cursos d'água por esgotos	Identificar o percentual de extensão de cursos d'água poluída por esgotos
	Ite – Indicador de tratamento dos esgotos	Qualificar a situação da do tratamento de esgotos

<b>Indicadores Secundários</b>	<b>Indicadores Terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
IRS Índice de Resíduos Sólidos	Icl – Indicador de cobertura por coleta do lixo domiciliar	Quantificar a cobertura e coleta do lixo domiciliar
	Ivr- Indicador de varrição	Qualificar a varrição
	Idf – Indicador de tratamento e disposição final	Qualificar disposição final dos resíduos sólidos.
IDU Índice de Drenagem Urbana	Ivi – Indicador de vulnerabilidade a inundações	Identificar o percentual das edificações que estejam sob risco de inundações
	Iva – Indicador de vulnerabilidade a alagamentos	Identificar o percentual das edificações que estejam sob risco de alagamentos
	Igp – Indicador de conservação e assoreamento das galerias de águas pluviais	Avaliar as condições de conservação e assoreamento das galerias e canais
	Ifv – indicador de condições dos fundos de vale	Indicar a necessidade de novas instalações.
IAM Índice de Saúde Ambiental	Idg – Indicador de dengue	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ilp – Indicador de leptospirose	Identificar a necessidade de programas preventivos
	IIm – Indicador de leishmaniose	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ieq – indicador de esquistossomose	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Imh – Indicador de mortalidade infantil por doenças de veiculação hídrica	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução da doença
	Imr – Indicador de mortalidade infantil e de idosos por doenças respiratórias	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução da doença
ISM Índice de Salubridade da Moradia	Iqm – Indicador de qualidade da moradia	Qualificar a moradia
	Ido – Indicador de número de moradores por dormitório	Quantificar o número de moradores por dormitório

Fonte: Montenegro *et al.* (2001).

O valor do ISA/BH é obtido pela soma dos coeficientes de ponderação dos 6 Indicadores específicos, os quais são denominados indicadores secundários, como se pode observar na equação (2).

$$ISA(BH) = a.Iab + b.Ies + c.Irs + d.Idu + e.Iam + f.Ism \quad (2)$$

Onde:

Iab: Indicador de abastecimento de água;

Ies: Indicador de Esgotamento Sanitário;

Irs: Indicador de Resíduos Sólidos;

Idu: Indicador de Drenagem Urbana;

Iam: Indicador de Saúde Ambiental;  
Ism: Indicador de Salubridade da Moradia.

As variáveis *a, b, c, d, e, f*, se referem aos pesos adotados para os componentes do ISA/BH, que para sua definição, houve a formação de uma equipe multissetorial para discutir a importância de cada componente na avaliação da salubridade ambiental por meio da aplicação do ISA/BH.

### 2.5.3. Índice de Salubridade Ambiental – ISA (OE)

A cidade de Salvador também teve a experiência de elaboração e aplicação de um Indicador de Salubridade Ambiental denominado ISA/OE (DIAS, 2003). O ISA teve como objetivo avaliar a salubridade ambiental de áreas de ocupação espontâneas da cidade citada, as quais são uma realidade presente em todo território nacional, de acordo com a autora, essas áreas normalmente apresentam precárias condições de habitabilidade e também carência de serviços públicos de saneamento ambiental, que refletem na saúde dos moradores.

Dias (2003) considerou os fatores materiais e sociais, por entender que a salubridade de uma população está relacionada às condições materiais e sociais do ambiente em que essas populações estão inseridas.

O ISA/OE tem como componentes formadores 7 indicadores secundários que por sua vez são formados a partir de indicadores terciários (variáveis) conforme exemplo apresentado no quadro 3. Desses sete indicadores secundários, quatro são formados pelos componentes do saneamento básico: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem de Águas Pluviais, denominados pela autora de fatores materiais. Os demais indicadores componentes do ISA/OE são Condição de Moradia, Socioeconômico-cultural e Saúde Ambiental, denominados pela autora de fatores sociais.

**Quadro 3 – Detalhamento do Índice de Salubridade Ambiental para Áreas de Ocupação Espontânea.**

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
Iab – Indicador de Abastecimento de Água	Ioa – Indicador de origem da água no domicílio.	Quantificar os domicílios atendidos por rede pública.
	Ifa – Indicador de frequência do abastecimento no domicílio.	Determinar a frequência do abastecimento no domicílio.



<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
	Iqa – Indicador de quantidade de água utilizada no domicílio.	Quantificar o consumo médio per capita de água
	Icf – Indicador de amostras de água sem coliformes termotolerantes da rede de distribuição.	Monitorar a qualidade da água da rede de distribuição.
Ies – Indicador de Esgotamento Sanitário	Ids – Indicador de domicílios com destinação adequada dos dejetos sanitários	Quantificar os domicílios com destinação adequada de dejetos sanitários
	Ias – Indicador de domicílios com destinação adequada das águas servidas	Quantificar os domicílios com destinação adequada das águas servidas
Irs – Indicador de Resíduos Sólidos	Ifc – Indicador de regularidade da coleta de resíduos sólidos no domicílio	Quantificar os domicílios com coleta regular de resíduos sólidos
	Idl – Indicador de coleta de resíduos sólidos no domicílio	Quantificar os domicílios com coleta de resíduos sólidos sob responsabilidade da LIMPURB
Idu – Indicador de Drenagem Urbana	Iia – Indicador de inundações ou alagamentos no domicílio	Quantificar os domicílios sem ocorrência de inundações ou alagamentos
	Irp – Indicador de ruas pavimentadas	Quantificar os domicílios com ruas pavimentadas
Icm – Indicador de Condições de Moradia	Imp – Indicador de material usado nas paredes dos domicílios	Quantificar os domicílios de paredes com reboco
	Ipa - Indicador de material usado nos pisos dos domicílios	Quantificar os domicílios com pisos adequados
	Ico – Indicador de material usado na cobertura dos domicílios	Quantificar os domicílios com cobertura adequada
	Isc – Indicador de existência de sanitário no domicílio	Quantificar os domicílios que possuem sanitário
	Iac – Indicador de chegada da água no domicílio	Quantificar os domicílios com canalização interna
	Iga – Indicador de acondicionamento de água no domicílio	Quantificar os domicílios que guardam água em reservatório com tampa
	Ict – Indicador de amostras sem coliformes termotolerantes na água	Monitorar a qualidade da água nos domicílios
Ise – Indicador Socioeconômico	Ipd – Indicador de domicílios pagos ou financiados	Conhecer a situação da propriedade ou domicílio
	Irf – Indicador de renda mensal familiar	Quantifica a situação da renda média mensal do domicílio
	Iag – indicador de aglomeração de pessoas no domicílio	Quantificar o número médio de habitantes por cômodo
	Iuc – Indicador de uso da cozinha	Quantificar os domicílios cuja cozinha é usada apenas para o preparo de alimentos
	Iad – Indicador de animais no domicílio	Quantificar os domicílios que não possuem animais
	Ilv – indicador de existência de lavatório no domicílio	Quantificar os domicílios que possuem lavatório
	Iec - indicador de escolaridade do cabeça da família	Quantificar os domicílios cujo cabeça da família possuem pelo menos o 1º grau completo

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
	Itr – Indicador de tempo de residência no domicílio	Quantificar os domicílios cujos moradores residem a 5 ou mais anos
	Ita – Indicador de tratamento de água no domicílio	Quantificar os domicílios que dão tratamento doméstico a água
Isa – Indicador de saúde ambiental	Irp – Indicador de resíduos nas proximidades	Quantificar os domicílios sem resíduos nas suas proximidades
	Iav – indicador de domicílios que não apresentam presença de vetores	Quantificar os domicílios que não apresentam presença de vetores

Fonte: Dias (2003).

O valor do ISA/OE é obtido pela soma das médias ponderada dos Indicadores específicos, os quais são denominados indicadores secundários, conforme equação 3:

$$ISA(OE) = 0,20.Iaa + 0,20 + 0,15.Irs + 0,10.Idu + 0,15.Icm + 0,10.Ise + 0,10.Isa \quad (3)$$

Onde:

Iaa: Indicador de abastecimento de água;

Ies: Indicador de Esgotamento Sanitário;

Irs: Indicador de Resíduos Sólidos;

Idu: Indicador de Drenagem Urbana;

Icm: Indicador de Condições de Moradia;

Ise: Indicador de Socioeconômico-cultural;

Isa: Indicador de Saúde Ambiental.

Cada indicador secundário é calculado por meio do valor adotado de suas variáveis (indicadores terciários) abordando questões específicas do indicador que está sendo trabalhado, conforme foi apresentado no quadro 3. O ISA/OE e seus indicadores secundários têm valores entre 0 e 100. O valor 100 é a melhor condição de salubridade.

#### 2.5.4 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (JP)

De acordo com Batista (2005), o ISA/JP foi concebido a partir da necessidade de se analisar a salubridade ambiental de forma intra urbana dos bairros litorâneos da cidade de João Pessoa, no Estado da Paraíba. A análise da salubridade ambiental para o ISA desenvolvido foi estabelecida por setor censitário e bairro com o objetivo de gerar informações que possam contribuir para a gestão urbana da área estudada.

O ISA/JP tem como componentes formadores 7 indicadores secundários, formados de seus respectivos indicadores terciários, conforme exemplo descrito no quadro 4. Os indicadores secundários que compõem o ISA/JP são: Indicador de Abastecimento de Água, Indicador de Esgotamento Sanitário, Indicador de Resíduos Sólidos, Indicador de Drenagem Urbana, Indicador de Controle de Vetores, Indicador de Recursos Hídricos, Indicador Socioeconômico. Esses indicadores são calculados a partir dos dados dos setores censitários de cada bairro. Provenientes de diferentes fontes, tais como IBGE, Companhia de Saneamento da Paraíba (CAGEPA), Empresa de Limpeza Urbana do Município de João Pessoa (EMLURP-PMJP) e Secretaria Municipal de Saúde de João Pessoa.

O ISA desenvolvido para a cidade de João Pessoa é uma adaptação do ISA/SP, a partir da incorporação do subindicador de drenagem urbana (Idu).

**Quadro 4 – Detalhamento do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/JP).**

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
IAB – Indicador de Abastecimento de Água	Ica – Indicador de cobertura de abastecimento.	Quantificar os domicílios atendidos por sistema de abastecimento de água.
	Iqa – Indicador de qualidade da água distribuída.	Monitorar a qualidade da água fornecida.
	Isa – Indicador de saturação do sistema produtor.	Comparar a oferta e demanda para programar novos sistemas.
IES – Indicador de Esgotos Sanitários	Ice – Indicador de cobertura em coleta de esgoto	Quantificar os domicílios atendidos por redes de esgotos e/ou tanques sépticos.
	Ite – Indicador de esgotos tratados e tanque séptico	Quantificar e qualificar os domicílios atendidos por redes de esgotos e/ou tanques sépticos.
	Ise – Indicador de saturação do tratamento de esgotos	Comparar oferta e demanda das instalações existentes e programar a ampliação do sistema
IRS – Indicador de Resíduos Sólidos	Icr – Indicador de coleta de lixo	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo.
	Iqr – Indicador de tratamento e disposição final de resíduos	Qualificar a situação da disposição final dos resíduos.
	Isr – Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos	Indicar a necessidade de novas instalações
ICV – Indicador de Controle de Vetores	Ivd – Indicador de dengue	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ive – Indicador de esquistossomose	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ivl – Indicador de leptospirose	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de vetores
IRH – Indicador	Iqb – Indicador da qualidade da	Monitoramento da qualidade da água

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
de Riscos de Recursos Hídricos	água bruta	bruta
	Idm – Indicador de disponibilidade de mananciais	Mensurar a disponibilidade dos mananciais para abastecimento em relação á demanda.
	Ifi – Indicador de fontes isoladas	Analisar o abastecimento de água por fontes alternativas como bicas, fontes, poços
ISE – Indicador Socioeconômico	Isp – Indicador de saúde pública	Avaliar os serviços de saneamento.
	Ied – Indicador de educação	Indicar a capacidade de aprendizado em educação ambiental
	Irf – Indicador de renda	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços de saneamento.
IDU – Indicador de drenagem urbana	Iai - Indicador de alagamento ou inundação	Identificar vias com ou sem ocorrência de inundação ou alagamento
	Id – Indicador de defeitos	Identificar vias com ou sem defeitos: drenagem lateral inadequada, buracos erosões lineares entre outros
	Irp – Indicador de rua pavimentada	Identificar ruas com ou sem pavimentação

Fonte: Batista (2005).

O valor do ISA/JP é obtido pelo somatório ponderado dos indicadores específicos, denominados indicadores secundários, como se pode observar na formulação 4.

$$ISA(JP) = 0,25.Iab + 0,20.Ies + 0,20.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,10.Idu + 0,05.Ise \quad (4)$$

Onde:

Iab: Indicador de abastecimento de água;

Ies: Indicador de Esgotamento Sanitário;

Irs: Indicador de Resíduos Sólidos;.

Icv: Indicador de Controle de Vetores;

Irh: Indicador de Recursos Hídricos;

Idu: Indicador de Drenagem Urbana;

Ise: Indicador Socioeconômico.

Cada indicador secundário é calculado por meio do valor adotado de suas variáveis (os indicadores terciários). As variáveis abordam questões específicas do indicador que está sendo trabalhado, conforme foi apresentado no quadro 4. O ISA/JP e seus indicadores têm valores entre 0 e 100 seguindo a mesma pontuação adotada pelos Indicadores de Salubridade Ambiental abordado anteriormente. Destacando que a maior

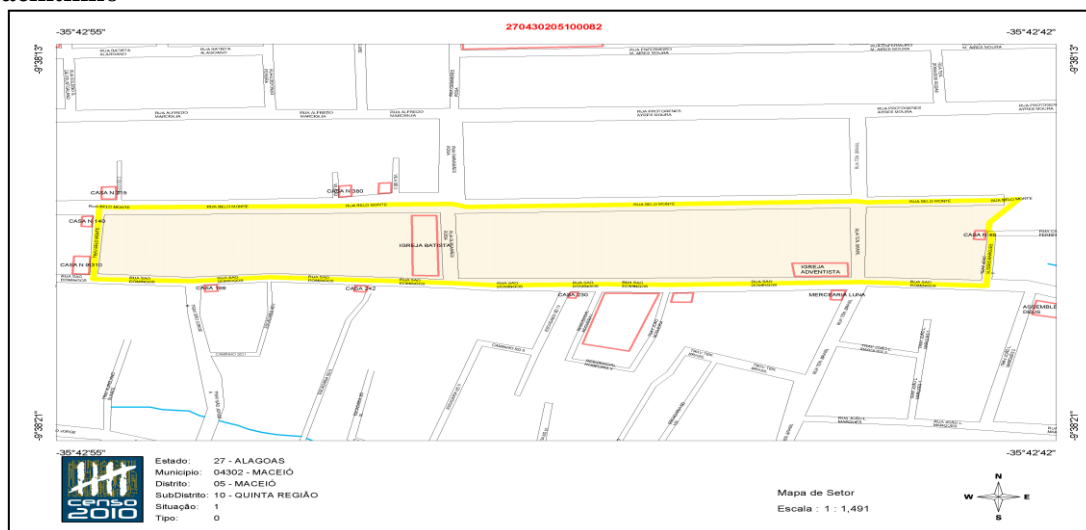
pontuação é a melhor condição de salubridade. Ressalta-se que nas cidades de São Paulo e João Pessoa a nomenclatura Índice foi substituída por Indicador principal. As cidades de Belo Horizonte e Salvador utilizaram a nomenclatura Índice.

### 2.5.5 Unidade Espacial de Análise

A unidade geográfica de análise dos indicadores foi o setor censitário, utilizado pelo IBGE. O Censo Demográfico é a mais complexa operação estatística realizada por um país, quando são investigadas as características de toda a população e dos domicílios do território nacional (IBGE, 2010b).

O Setor Censitário é definido pelo IBGE como sendo a menor unidade territorial inserida no município, em áreas urbana e rural, com limites físicos identificáveis em campo e com dimensões adequadas a operação da pesquisa. De acordo com IBGE, todos os municípios brasileiros estão discretizados em setores censitários e essa discretização independe do tamanho dos municípios (pequeno, médio, grande ou metrópole). A figura 6 apresenta exemplo de um setor censitário dessa área urbana em estudo.

**Figura 2 - Figura 6 - Em destaque, setor censitário 270430205100082, no bairro do Jacintinho**



Fonte: Base de informações Censo (IBGE, 2010).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O desenvolvimento deste trabalho, que visa elaborar e mapear indicadores de salubridade ambiental para a bacia do Riacho Reginaldo, encontra-se estruturado em dois processos metodológicos:

1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo, dividida em três etapas: Características Fisiográficas; Uso e Ocupação do Solo e o Saneamento Básico da bacia. Esta caracterização foi realizada por meio de relatórios oficiais dos prestadores de serviços, de artigos e dissertações relativos à Bacia, de visitas aos prestadores de serviços para analisar mapas e outros documentos, de conversas com técnicos e de duas visitas de campo para reconhecimento e avaliação de áreas da bacia.
2. Desenvolvimento e o mapeamento de Índice e Indicadores de Salubridade Ambiental da Bacia do Riacho Reginaldo com o uso de duas fontes de informação, dividida também em três etapas: Levantamento dos Dados; Composição, Ponderação, e Cálculo; e Mapeamento dos Indicadores Setoriais e do Índice de Salubridade Ambiental.

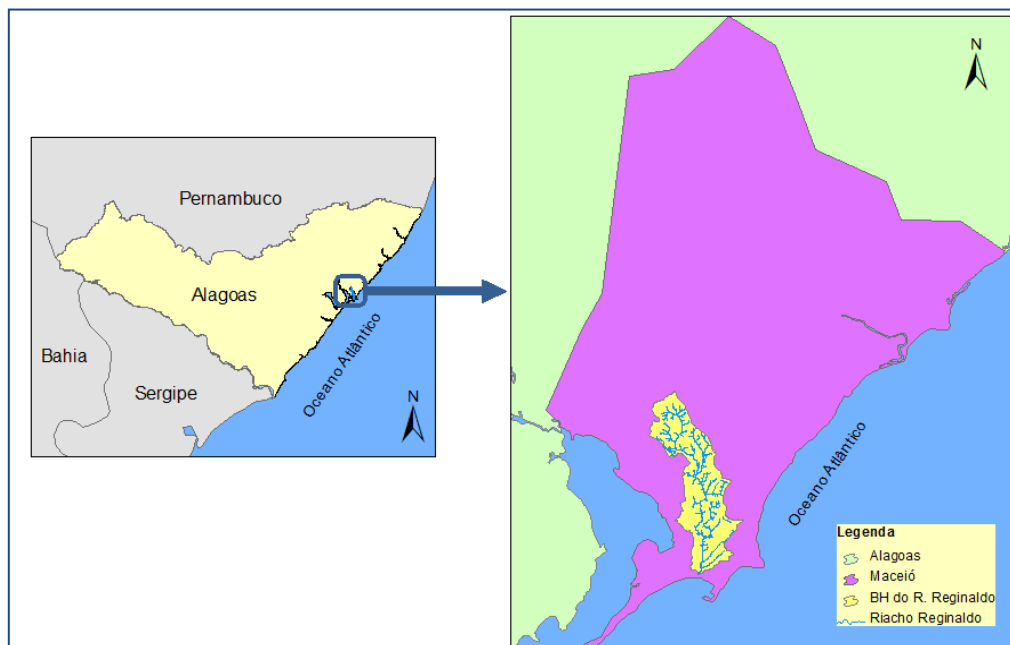
#### **3.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo**

A área que compreende a bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo está totalmente localizada no município de Maceió (Figura 2), capital do Estado de Alagoas, que nos últimos 50 anos passou por um forte crescimento populacional conforme destacado por HOLZ, (2010). Esse crescimento acompanha a tendência de outros centros urbanos brasileiros e, de acordo com dados do IBGE (2010a), a capital alagoana saiu de uma população de 180 mil habitantes da década de 1960 para 932 mil habitantes no ano de 2010.

O Riacho Reginaldo que dá nome a bacia estudada é o seu principal corpo hídrico. Tem sua nascente no bairro Santa Lúcia e, sua drenagem é realizada integralmente em área urbana, com foz na praia da avenida próxima à região portuária da capital alagoana. De acordo com Silva Júnior (2008), os maiores afluentes da bacia

em estudo estão na margem esquerda do rio principal e são o Riacho Gulandim, o Riacho do Sapo e o Riacho Pau d'Arco.

**Figura 3 – Localização da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo.**



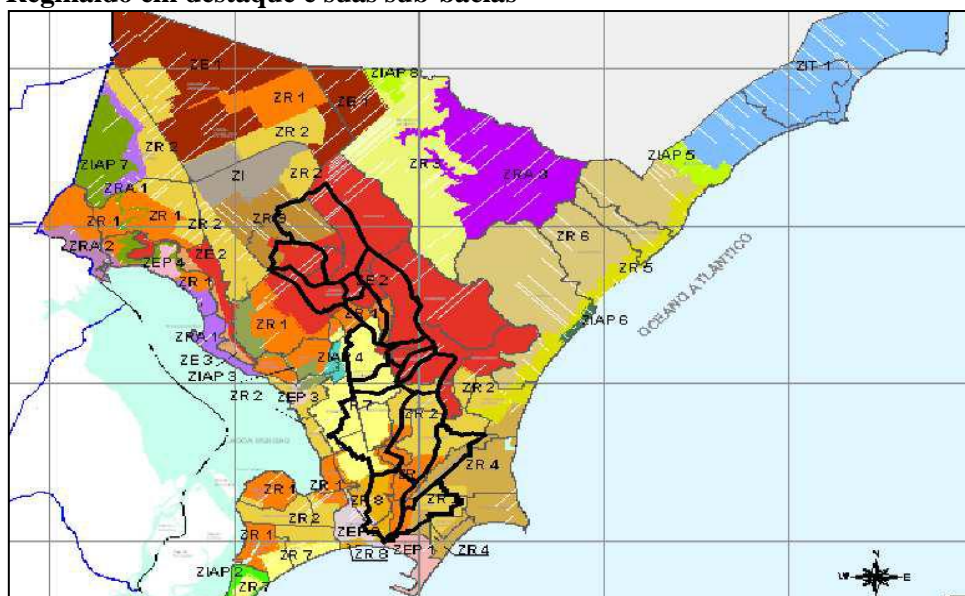
Fonte: Holz, (2010).

Neves *et al.* (2007) e Holz (2010) destacam que nos últimos anos a bacia do Reginaldo tem se consolidado como uma importante área para estudos de vários aspectos: sociais, ambientais, saúde pública e infra estrutura urbana. Os autores apontam como principais características da bacia hidrográfica em estudo:

- Inserida integralmente na zona urbana do município de Maceió (figura 3).
- Abriga, aproximadamente, 25% da população maceioense, grande parte dessa população vive em condições subnormais.
- Abrange 17 dos 50 bairros do município (Santa Lúcia, Antares, Barro Duro, Canaã, Centro, Feitosa, Gruta de Lourdes, Jacintinho, Jaraguá, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Mangabeiras, Ouro Preto, Pitanguinha Pinheiro, Poço, e Serraria).
- É delimitada por dois eixos viários de relevância da capital alagoana (Av. Fernandes Lima e Via Expressa).

- Destaca-se pela diversidade nas características e padrões urbanos com problemas de toda natureza: sociais, ambientais, carência de serviços básicos de infraestrutura urbana (habitação, saneamento básico, transporte, entre outros).

**Figura 4 – Zoneamento da área urbana de Maceió com a bacia do Riacho Reginaldo em destaque e suas sub-bacias**



Fonte: (Pedrosa, 2008)

### 3.1.1 Características fisiográficas

A bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo possui 26,5 km<sup>2</sup>, com nascente localizada no bairro de Santa Lúcia, parte alta da cidade, e sua foz na praia da Avenida, Oceano Atlântico, bairro de Jaraguá, parte baixa da Cidade de Maceió (HOLZ, 2010). De acordo com Neves *et al.* (2007), a bacia do Riacho Reginaldo apresenta áreas planas de tabuleiro, com vale bem definido e áreas planas costeiras. Possui cota zero (nível do mar) em sua foz e cota máxima de 98m na parte mais elevada da bacia.

Segundo Pimentel (2009), o curso de água principal tem vazão durante todo o período de estiagem por conta do despejo de esgotos domésticos ao longo do seu percurso. Os principais afluentes do Riacho Reginaldo estão na margem esquerda, destacando-se o Riacho Pau D' Arco e os afluentes da parte baixa da bacia - Riacho do Sapo e Riacho Gulandim -. Esses últimos estão canalizados em praticamente todo o seu



percurso. Nesta região de parte baixa o Riacho Reginaldo passa a ser chamado de Riacho Salgadinho.

Os aspectos fisiográficos relevantes para os processos hidrológicos resumidos por Neves *et al.* (2007) e Pedrosa (2008):

- Forma alongada.
- Áreas planas de tabuleiro.
- Áreas íngremes: abrangendo as regiões do Ouro Preto, Barro Duro e Feitosa onde está localizado o vale do Riacho Reginaldo.
- Vale principal bem definido.
- Áreas planas costeiras: constituídas pelos bairros do Poço, Mangabeiras e Jatiúca.
- A maior parte da bacia não tem redes de microdrenagem.
- Os vales e encostas do afluente Pau D' Arco são densamente ocupados por habitações precárias de áreas invadidas.

### 3.1.2 Uso e ocupação do solo

A característica marcante da bacia do Riacho Reginaldo quanto ao uso e ocupação do solo é a impermeabilização sem controle de todos os tipos de ocupação espacial tanto os públicos quanto os privados (HOLZ, 2010). Com relação à ocupação espacial da bacia Neves *et al.* (2007) afirmam que na área territorial da Bacia existem grandes empreendimentos como centros comerciais, centro de convenções e supermercados entre outros.

Os autores também destacam que, apesar do impacto no escoamento promovido pela impermeabilização de grandes áreas para a instalação destes empreendimentos, nenhuma medida mitigadora destes impactos foi implementada pelo Poder Público ou pelos proprietários dos empreendimentos instalados na área da bacia objeto de estudo. A figura 4 ilustra o padrão de urbanização de prédios públicos e privados, onde houve impermeabilização de praticamente 100% do terreno.

Os padrões de urbanização da bacia do Riacho Reginaldo priorizam o uso de asfalto para pavimentação das ruas (apesar de haver parcela significativa não pavimentada) aplicadas tanto em bairros nobres como nos bairros periférico (NEVES *et al.*, 2007). Apesar da diferença do ponto de vista de poder aquisitivo entre os bairros, a

impermeabilização é intensa em toda bacia (SILVA JUNIOR, 2008). O autor também destaca que nas residências da área estudada sejam elas uni familiares ou condomínios, faltam espaços permeáveis, visto que comumente os proprietários pavimentam com concreto áreas que poderiam ser utilizados para jardins ou áreas verdes.

**Figura 5 - (a) Centro de Convenções (público) e (b) supermercado (privado)**



(a)

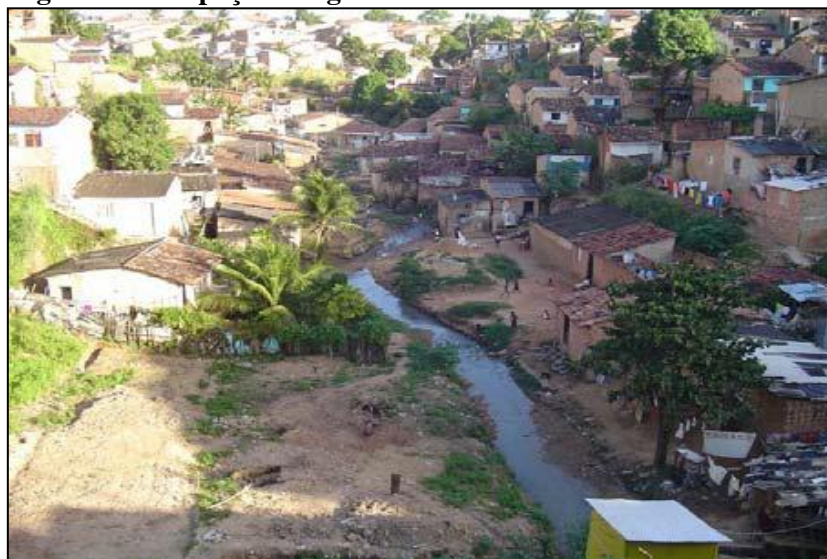


(b)

Fonte: Neves *et al* (2007).

Outra característica apontada por Neves *et al.* (2007) sobre a ocupação do solo na área abordada é que a bacia do Riacho Reginaldo tem a maior parte de suas encostas ocupadas de forma irregular (Figura 5) e a criação de loteamentos que ocupam bordas de tabuleiros e início de vales. Parte desses loteamentos criam ruas sem saídas o que tem dificultado a prestação de alguns serviços públicos, como a coleta de lixo.

**Figura 6 – Ocupação irregular de encostas**



Fonte: Neves *et al.* (2007).

Silva Júnior (2008) aponta também como característica da área estudada a ocupação que ocorre no vale principal da Bacia por população de baixa renda, que invade toda a área de extravasamento do Riacho e em alguns pontos, até parte da calha menor. Tal situação expõe essa população ao alagamento de suas residências nos períodos chuvosos, conforme mostrado na figura 5.

### **3.2 Composição e Mapeamento do Índice de Salubridade Ambiental**

Para composição de índice e indicadores que representem um fenômeno estudado devem ser escolhidos indicadores que representem características relevantes em relação à realidade abordada. Em relação à representação das condições de salubridade ambiental, as características possíveis de serem trabalhadas de acordo com a literatura sobre a temática, devem ser os aspectos sanitários e socioeconômicos.

No presente trabalho optou-se por trabalhar com os aspectos sanitários que compõem o saneamento básico (abastecimento de água; esgotamento sanitário; resíduos sólidos e drenagem urbana) que têm estreita relação com a qualidade que se reflete na salubridade ambiental da localidade, conforme foi abordado na revisão de literatura. A não incorporação dos aspectos socioeconômicos deve-se à dificuldade de acesso à fonte de dados sobre esses aspectos para a bacia estudada.

A proposição do Índice de Salubridade Ambiental para a bacia do Riacho Reginaldo busca representar as características sanitárias da área, para que a leitura de seus resultados seja realizada de forma simples. Reafirmando que o índice retrata vários aspectos em um só valor, e em sua composição são utilizados indicadores cuja função é representar separadamente cada um dos aspectos retratados pelo índice.

Para este trabalho, o Índice de Salubridade Ambiental será obtido a partir do somatório ponderado de quatro indicadores, que representam os componentes do saneamento básico.

Uma vez que os dados oficiais apresentam indicadores que tem sido usado para planejamento das políticas públicas em saneamento básico, buscou-se analisar o índice a partir de duas fontes principais de informação: os dados do censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010a) e os dados dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico do Município. Essa análise foi motivada pela percepção de que nem toda área com cobertura pelo prestador oficial do serviço utiliza, de fato e na sua integralidade, o serviço disponibilizado.

### 3.2.1 Levantamento de dados do Censo demográfico

Os dados para formulação dos indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos foram obtidos da Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados por setores censitários (IBGE, 2010a). A base de dados foi acessada do site oficial do IBGE.

A Base de Informações do Censo Demográfico 2010 é formada por um conjunto de arquivos de informações sobre a população e os domicílios de cada estado da Federação mais o Distrito Federal. O arquivo constitui-se de várias planilhas onde são expostas informações como: códigos, nomes das subdivisões geográficas, informações sobre as características dos domicílios e da população residente, entre outras. Além das planilhas é fornecido também um documento, onde são apresentadas a descrição e explicação das informações e variáveis contidas nas planilhas.

As planilhas de informações trabalhadas para a obtenção de dados foi a de informações por domicílios (Figura 7), que possui a identificação do setor censitário, sua situação (urbano ou rural) e as variáveis que abordam ao quantitativo populacional de cada setor e as demais características dos domicílios compreendidos no setor.

Cada linha existente nas planilhas, com exceção da linha do cabeçalho, refere-se a um setor censitário, identificado por meio de um código numérico com 15 dígitos que corresponde a informações de ordem geográfica, unidade da federação, município, bairro, distrito e setor. Cada coluna refere-se a uma variável do setor censitário, identificada por meio de um código com o formato Vnnn, onde nnn é o número da variável. A descrição de cada um dos códigos das variáveis encontra-se em IBGE (2010a), documento que acompanha as planilhas e que contém os códigos das variáveis usadas (Figura 8).

**Figura 7 – Parte da planilha de informações por domicílio do Censo 2010**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	Cod_setor	Situacao_setor	V001	V002	V003	V004	V005	V006	V007	V008	V009	V010	V011	V012	V013	V014	V015	V016	V017	V018	V019	V020	
2	270010205000001		1	322	315	315	0	0	227	1	47	0	40	0	309	0	0	6	314	300	0	13	1
3	270010205000002		1	222	222	222	0	0	194	0	19	0	9	0	218	1	1	2	222	194	1	25	0
4	270010205000003		1	276	276	276	0	0	207	1	52	0	16	0	267	0	0	9	276	265	1	8	2
5	270010205000004		5	77	77	77	0	0	72	1	0	0	4	0	68	0	0	9	76	59	0	17	0
6	270010205000005		8	270	270	270	0	0	265	0	1	2	2	0	89	0	47	134	230	0	0	216	11
7	270010205000006		8	151	151	151	0	0	140	0	0	0	7	4	0	25	65	61	130	0	0	97	18
8	270010205000007		8	29	29	29	0	0	27	0	0	1	0	1	0	0	15	14	26	0	0	19	3
9	270010205000008		8	119	119	119	0	0	93	15	1	1	7	2	82	2	10	25	56	5	1	42	1
10	270010205000009		8	345	345	345	0	0	288	3	0	5	44	5	136	29	17	163	271	1	0	264	0
11	270010205000010		8	394	388	388	0	0	353	0	0	1	34	0	211	0	0	177	278	0	0	170	1
12	270010205000011		8	306	306	306	0	0	277	0	0	4	23	2	131	26	11	138	244	1	37	162	0
13	270010205000012		8	181	181	181	0	0	147	0	1	3	29	1	107	3	6	65	118	1	5	86	4
14	270010205000013		8	308	308	308	0	0	257	0	0	19	31	1	38	0	111	159	224	0	0	123	0
15	270010205000014		8	208	207	207	0	0	167	20	1	3	16	0	117	1	17	72	173	6	0	135	16

Fonte: Base de informações Censo (IBGE, 2010)

**Figura 8 – Página do documento que descreve as variáveis utilizadas no Censo**

<b>6.2 Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01_UF.xls ou Domicilio01_UF.csv)</b>	
Nome da variável	Descrição da variável
Cód_setor	Código do setor censitário
Situacao	Código de situação do setor censitário (ver planilha Basico_UF.xls)
V001	Domicílios particulares e domicílios coletivos
V002	Domicílios particulares permanentes
V003	Domicílios particulares permanentes do tipo casa
V004	Domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio
V005	Domicílios particulares permanentes do tipo apartamento
V006	Domicílios particulares permanentes próprios e quitados
V007	Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição
V008	Domicílios particulares permanentes alugados
V009	Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador
V010	Domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma
V011	Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos)
V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
V013	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade

Fonte: Base de informações Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010).

Para o estudo do ISA/Maceió, foram levantadas todas as variáveis que tratavam de informações sobre o saneamento básico. Desta forma, para a composição do indicador de abastecimento de água (Iab), foram utilizadas as variáveis:

- V002 - quantitativo de domicílios particulares permanentes presentes no setor censitário.
- V012 - domicílios particulares permanentes com abastecimento com água da rede geral.

- V013 - domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascentes.
- V014 e V015 - domicílios particulares permanentes abastecidos com água de outras fontes.

Para a composição do indicador de esgotamento sanitário (Ies), foram utilizadas as variáveis:

- V017 - domicílios particulares permanentes com destinação dos esgotos sanitário em rede coletora de esgoto;
- V018 - domicílios particulares permanentes com destinação do esgotos sanitários em fossa séptica;
- V019 - domicílios particulares permanentes com destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar.

Para a composição do indicador de coleta de resíduos (Icr), foram utilizadas as variáveis:

- V036 - domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza com caminhão coletor porta a porta.
- V037- domicílios particulares permanentes com lixo coletado por caçamba.
- V038/039 - domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio, rio, riacho, lago ou queimado na propriedade.

Na base de informações do Censo Demográfico (IBGE, 2010b) não há informações disponíveis sobre o serviço público de drenagem urbana. Em função dessa situação, para o indicador de drenagem urbana, optou-se por utilizar os resultados obtidos por Holz (2010), que elaborou o Índice de Risco de Alagamento (IRA) para a bacia. Nesse trabalho, há uma caracterização das áreas de alagamentos críticos na bacia objeto de estudo, sendo definido como alagamento crítico os locais onde as águas do escoamento superficial durante as chuvas entram nas residências.

### 3.2.2 Composição dos indicadores com base nos dados do Censo Demográfico 2010

Conforme já destacado a composição do ISA/Maceió adotada para este trabalho tem por base os componentes do saneamento básico. Essa composição está assentada na

metodologia discutida na revisão de literatura, que permite a incorporação de novos indicadores, subindicadores (variáveis) e formas de pontuação, à medida que se tenham outras informações e fontes de dados disponíveis.

Para um melhor acompanhamento do processo de composição e cálculo dos indicadores faz-se necessário esclarecer as diferenças de denominações dos indicadores, que estarão presentes no decorrer do trabalho, essas diferenças são:

- **Índice ou indicador principal** é o resultado da agregação dos indicadores secundários.
- **Indicador secundário** é um dos componentes do índice ou indicador principal e seu resultado é obtido a partir do cálculo dos indicadores terciários (variáveis).
- **Indicador terciário** refere-se a variável que compõem o indicador secundário, é obtido por cálculo específico.

Os setores censitários usados nesse trabalho, que compõem (total ou parcialmente) a bacia do riacho Reginaldo, estão apresentados no Apêndice A, conforme suas características principais.

### 3.2.2.1 Indicador de Abastecimento de Água (Iab)

Para a composição do Indicador de Abastecimento de Água (Iab), com os dados obtidos pelo Censo demográfico (IBGE, 2010a), foram propostos três indicadores terciários:

- Indicador de abastecimento de água por rede geral (Irg): corresponde a parcela de domicílios que utiliza rede geral.
- Indicador de abastecimento de água por poço (Ipo): corresponde a parcela de domicílios que utiliza poço.
- Indicador de abastecimento por outras fontes (Iof) : corresponde a parcela de domicílios que utiliza outras fontes de abastecimento.

O indicador terciário de abastecimento de água por rede geral (Irg) tem como finalidade quantificar os domicílios atendidos com abastecimento de água por rede geral. Para esse indicador foi estabelecido o valor máximo (100) conforme descrito na equação do Iab. A atribuição desse valor ao Irg tem como justificativa o aspecto de

controle de qualidade, considerando-se que o abastecimento de água de distribuição por rede geral deve apresentar controle sanitário em atendimento à legislação vigente para tal finalidade. O cálculo do Irg é realizado conforme a equação 5. O valor obtido diretamente pela equação do Irg é multiplicado pelo seu peso correspondente na equação do Iab (equação 6).

$$\text{Irg} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (5)$$

Onde:

Irg: Indicador de abastecimento de água por rede geral.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O indicador terciário de abastecimento de água por poço (Ipo) tem como finalidade quantificar os domicílios atendidos com abastecimento de água por poços. Para esse indicador foi estabelecido o valor 50 conforme apresentado na equação do Iab. A atribuição desse peso baseia-se no critério qualitativo.

A água de poço, obtida do lençol freático é resultante da infiltração da água no solo que tem como produto a água subterrânea que no seu percurso de infiltração vai sendo filtrada, no entanto com a expansão urbana muitas áreas foram impactadas e poluídas e, dessa forma, a água subterrânea dos centros urbanos não oferece garantias de qualidade. Da mesma forma, não há nenhum tipo de análise ou de controle por domicílio atendido diretamente por água de poço.

Assim, a utilização de água para abastecimento humano oriunda de poços põe em risco a saúde da população pela não existência de tratamento adequado. Diante do exposto adotou-se o valor 50 para o indicador terciário Ipo considerando-se que o acesso ao abastecimento de água por essa fonte é pior do que por rede geral, no entanto é melhor que a ausência do abastecimento ou o abastecimento por outras fontes difusas. O Critério de cálculo do Ipo é realizado por meio da equação 6. O valor obtido diretamente pela formula do Ipo será multiplicado pelo seu peso correspondente na formulação geral do Iab.

$$\text{Ipo} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (6)$$



Onde:

Ipo: Indicador de abastecimento de água por poço.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O indicador de abastecimento de água por outras fontes (Iof) tem como finalidade quantificar os domicílios atendidos com abastecimento de água de fontes variadas tais como água da chuva armazenada em cisterna e carros pipas.

Para esse indicador foi estabelecido valor 20 conforme apresentado na equação do Iab. A atribuição desse peso baseou-se também no critério de qualidade da água, levando-se em consideração que a água de chuva armazenada em cisterna e água de carros pipas não oferece garantias de potabilidade para o consumo humano, não havendo nenhum controle de qualidade para o consumo.

A água de chuva é naturalmente livre de microrganismos, mas pode se tornar contaminada devido ao contato com a superfície de captação e armazenamento (CAVINATO, 2008). A autora destaca outras variáveis que interferem na qualidade do uso de água da chuva, tais como pureza da atmosfera da localidade, época do ano e condições regionais, sendo difícil garantir um padrão de qualidade.

Quanto ao uso de água distribuída por meio de carros pipas, Cavinato (2008) estabelece como preocupações principais: falta de comprovação da procedência do manancial, adequação e estado de conservação do veículo transportador de água. Esses pontos apontados pela autora colocam em risco os usuários dessas fontes de água para abastecimento humano, visto que expõe a riscos de contraírem doenças de veiculação hídrica a exemplo da diarreia, patologia típica de contaminação pela água.

Diante da situação apresentada adotou-se peso 20 para o indicador Iof, considerando-se o acesso ao abastecimento de água às atividades humanas, no entanto, o acesso a estas fontes de água coloca em risco a saúde do usuário, visto que não há garantias sanitárias da qualidade da água dessas fontes. O cálculo do Iof é realizado a partir da equação 7. O valor obtido diretamente pela fórmula do Iof será multiplicado pelo seu peso correspondente na equação do Iab.

$$Iof = \frac{Dua}{Dut} \quad (7)$$

Onde:

Iof: Indicador de abastecimento de água por outras fontes.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O cálculo do Iab ocorre por meio do somatório ponderado dos indicadores terciários conforme apresentado na equação 8. Esses indicadores terciários foram propostos em consonância com a disponibilidade de dados e a relação de representatividade com o indicador principal. O Iab assumirá valores entre 0 e 100.

$$Iab = Irg.(100) + Ipo.(50) + Iof.(20) \quad (8)$$

Observa-se que na formulação apresentada (eq. 8), os números entre parênteses correspondem ao valor atribuído aos indicadores terciários. Os valores de Irg, Ipo e Iof são complementares (porque representam parcela de domicílios em relação ao total de domicílios do setor censitário), ou seja, o domicílio que utiliza água de rede geral, não utiliza de outras fontes de abastecimento.

### 3.2.2.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies)

Para composição e cálculo do Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies), com dados obtidos pelo Censo Demográfico, (IBGE, 2010a), foram propostos três indicadores terciários:

- Indicador de destinação do esgotamento sanitário em rede coletora (Irc).
- Indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa séptica (Ifs).
- Indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa rudimentar (Ifr).

Para o indicador terciário de destinação de esgotamento sanitário por rede coletora (Irc) foi estabelecido o valor 100. O uso desse valor se deve ao fato de ser a melhor condição observada no Município, uma vez que todo o esgoto coletado é direcionado ao emissário submarino. Deve-se observar, entretanto, que o lançamento no emissário ocorre apenas com tratamento primário (gradeamento e caixa de areia). O

cálculo do Irc é realizado por meio da equação 9. O valor obtido diretamente pela equação do Irc será multiplicado pelo seu peso correspondente na equação geral do Ies.

$$\text{Irc} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (9)$$

Onde:

Irc: Indicador de destinação do esgotamento sanitário em rede coletora.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O indicador terciário de destinação de esgotamento sanitário em fossa séptica (Ifs) tem como objetivo quantificar os domicílios atendidos com disposição de dejetos sanitários em fossa séptica. Para esse indicador foi estabelecido valor 80. Esse valor foi adotado considerando-se que o uso de fossas sépticas não é uma condição ideal para áreas urbanas de grande adensamento (FUNASA, 2006), mas é melhor do que outras formas de lançamento que não sejam por rede coletora de esgotos.

O cálculo do Ifs é apresentado na equação 10. O valor obtido diretamente pela equação do Ifs é multiplicado pelo peso correspondente na formulação do Ies.

Outro ponto destacado pela FUNASA (2006) é o cumprimento da periodicidade de manutenção das referidas fossas para garantir eficiência como forma adequada de destinação de dejetos sanitários. Destaca-se, entretanto, que a informação disponível no censo demográfico como fossa séptica, na maioria das vezes, corresponde a fossa rudimentar no município de Maceió.

$$\text{Ifs} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (10)$$

Onde:

Ifs: indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa séptica;

Dua: domicílios urbanos atendidos no setor censitário;

Dut: domicílios urbanos totais.

O indicador terciário de destinação de esgotamento sanitário em fossa rudimentar (Ifr) tem como objetivo quantificar os domicílios atendidos com disposição de dejetos sanitários em fossa rudimentar. Para esse indicador foi estabelecido valor 20.

A justificativa para essa ponderação deve-se ao fato da fossa rudimentar<sup>2</sup> ser uma das formas inadequadas de destinação de dejetos sanitários em áreas urbanas, mas ainda é melhor do que o lançamento direto a céu aberto.

O apontamento dessa forma de disposição ser considerado inadequado é destacado por FUNASA (2006) que afirma que as fossas rudimentares representam umas das fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas. No entanto, essa forma de disposição de dejetos foi pontuada levando-se em consideração a situação do afastamento dos dejetos do contato com a população, visto que essa disposição causará menor impacto para a saúde da população comparada a outras formas como a destinação de excretas humanas em valas e riachos. O cálculo do Ifr é apresentado na equação 11. O valor obtido diretamente pela equação do Ifr será multiplicado pelo seu peso correspondente na equação geral do Ies.

$$\text{Ifr} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (11)$$

Onde:

Ifr: Indicador de destinação do esgotamento sanitário em fossa rudimentar.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O processo de cálculo do Ies segue o mesmo processo adotado para o indicador Iab, que ocorre por meio do somatório ponderado dos indicadores terciários, conforme apresentado na equação 12. Esses indicadores terciários foram propostos com já dito considerando a disponibilidade dados e a relação de representatividade com o indicador principal. O Ies assume valores entre 0 e 100.

$$\text{Ies} = \text{Irc}(100) + \text{Ifs}(80) + \text{Ifr}(20) \quad (12)$$

### 3.2.2.3 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr)

Para composição e cálculo do indicador de coleta de resíduos sólidos (Icr), com dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010a), foram propostos dois indicadores terciários:

---

<sup>2</sup> De acordo com IBGE (2010), a fossa rudimentar recebe essa denominação quando o banheiro ou sanitário estiver ligado a uma fossa rústica (recebem também a denominação de fossa negra, poço e buraco).

- Indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor porta a porta (Icc).
- Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária (Ice).

O indicador terciário de cobertura de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor porta a porta (Icc) tem como finalidade quantificar os domicílios com cobertura de coleta dos resíduos sólidos por serviço de limpeza. Esse tipo de cobertura é classificado como serviço direto de coleta, sendo estabelecido valor 100. A atribuição desse peso tem como justificativa os apontamentos feitos por IBAM (1991) e SNSA (2008) que colocam a coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor porta a porta como a forma mais adequada para coleta de resíduos domiciliares.

A coleta de resíduos sólidos do tipo direta por caminhão coletor porta a porta é realizada por serviço de limpeza municipal ou empresa contratada que recolhe regularmente na porta dos domicílios os resíduos sólidos gerados pela comunidade. Dessa forma, com a coleta direta evita-se a proliferação de vetores e ao mesmo contribui para o afastamento de problemas sanitários associados ao acúmulo de resíduos sólidos. O cálculo do Icc é realizado por meio da equação 13. O valor obtido diretamente pela equação do Isl será multiplicado pelo seu peso correspondente na equação geral do Icr.

$$Icc = \frac{Dua}{Dut} \quad (13)$$

Onde:

Icc: Indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor porta a porta.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O indicador terciário de coleta de resíduos sólidos em caçamba estacionária (Ice) tem como finalidade quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos em caçamba estacionária ou contêiner. Esse tipo de cobertura é classificado como serviço de coleta indireto. Para esse indicador foi estabelecido valor 50. De acordo com IBAM (1991) e SNSA (2008), a coleta indireta ocorre em áreas de ocupação irregular, a exemplo de morros e vales de rios, que apresentam topografia e traçados irregulares de ruas que inviabilizam a coleta direta dos resíduos sólidos pelo serviço de limpeza urbana.

Diante dessa situação a solução encontrada pelos órgãos municipais de limpeza pública para o recolhimento de lixo dos domicílios dessas localidades é a colocação de caçambas estacionárias ou contêineres, que receberam os resíduos sólidos domiciliares, nas ruas em que seja possível a passagem do veículo transportador.

A atribuição do valor adotado para o indicador terciário abordado tem como justificativa os apontamentos feitos por IBAM (1991) e SNSA (2008) que afirmam que a coleta de resíduos sólidos em caçamba estacionária, não representam a melhor forma para coleta de resíduos domiciliares, mas ainda é melhor do que a disposição direta em cursos d'água ou em terreno baldio.

Ainda segundo IBAM (1991) e SNSA (2008), alguns problemas são verificados nesse tipo de coleta tais como a distância do domicílio até o local do contêiner não estimulando o morador a levar o lixo, que acabam dispendo o mesmo em local impróprio; o tamanho do contêiner e a não retirada do mesmo pelo serviço de limpeza com a devida frequência, resulta no transbordamento de lixo, que irá atrair animais para a caçamba estacionária fixa e imediações da mesma.

No entanto, dentre as forma indiretas de destinação de resíduos sólidos a coleta por caçamba ou contêiner é a menos agressiva às condições de salubridade da localidade. O cálculo do Ice é realizado por meio da equação 14. O valor obtido diretamente pela equação do Ice será multiplicado pelo seu peso correspondente na equação geral do Icr.

$$\text{Ice} = \frac{\text{Dua}}{\text{Dut}} \quad (14)$$

Onde:

Ice: Indicador de coleta de resíduos sólidos em caçamba estacionária.

Dua: Domicílios urbanos atendidos no setor censitário.

Dut: Domicílios urbanos totais.

O indicador terciário de outras formas de destinação de resíduos sólidos (**Iof**) tem como finalidade quantificar os domicílios que não são cobertos por coleta de resíduos sólidos e que destinam seus resíduos sólidos em rios, riachos, valas, queimam ou dispõem em terrenos baldios. Para esse indicador foi estabelecido valor 0 (zero), Devido a esse valor atribuído esse indicador terciário não está relacionado na equação para obtenção do Icr.

De acordo com FUNASA (2006), a ausência de coleta de resíduos sólidos incide na proliferação de doenças infecciosas e parasitária, principalmente, nas periferias dos grandes e médios centros urbanos, o que contribui para a insalubridade ambiental da localidade.

O processo de cálculo do Icr segue o mesmo processo adotado para os indicadores Iab e Ies, que ocorre por meio do somatório ponderado dos indicadores terciários, conforme apresentado na equação 15. Esses indicadores terciários foram propostos considerando-se a disponibilidade de dados e a relação de representatividade com o indicador principal. O Icr assume valores entre 0 e 100.

$$Icr = Icc(100) + Ice(50) \quad (15)$$

#### 3.2.2.4 Indicador de Drenagem Urbana (Idu)

Em função da dificuldade de composição de indicadores de eficiência dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, destacado por Souza, Moraes e Borja (2012), e da dificuldade de obtenção de informações sobre a drenagem na bacia do Riacho Reginaldo, optou-se por usar os resultados obtidos no trabalho realizado por Holz (2010), que elaborou e mapeou o Índice de Risco de Alagamento (IRA) para a bacia do Riacho do Reginaldo.

A finalidade do referido trabalho foi caracterizar regiões com alagamentos críticos dentro do limite territorial da bacia estudada. Para o desenvolvimento do IRA a autora desenvolveu quatro indicadores secundários:

- Indicador de Consequência (Ic).
- Indicador de frequência (If).
- Indicador de População atingida (Ip).
- Indicador de Geração de Escoamento Superficial (Iq).

Cada um desses indicadores tem peso igual na composição do IRA, com variação de 1 a 4.

O Índice de Risco de Alagamento adotado por Holz (2010) para a bacia do Riacho Reginaldo é obtido a partir do somatório dos quatro indicadores apresentados, que são calculados a partir da equação 16.

$$IRA = I_c + I_f + I_p + I_q \quad (16)$$

Para composição dos quatros indicadores, a autora associou quatro níveis de avaliação (de 1 a 4) relacionados à magnitude da característica analisada. Esses quatro indicadores, os níveis e suas respectivas características são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1 – Indicadores que compõem o IRA**

<b>Indicador de Consequências (IC)</b>		<b>Indicador de Frequência (IF)</b>	
<b>Profundidade (m)</b>	<b>Nível</b>	<b>TR (anos)</b>	<b>Nível</b>
< 0,10 m	1	< 1	4
< 0,80 m	2	< 5	3
< 1,5 m	3	≤ 15	2
≥ 1,5 m	4	> 15	1

<b>Indicador População Atingida (IP)</b>		<b>Ind. de Geração Escoam. Superficial (IQ)</b>	
<b>Densidade (hab/ha)</b>	<b>Nível</b>	<b>Vazão específica (<math>m^3/hm^2</math>)</b>	<b>Nível</b>
Até 100	1	Até 9,00	1
Até 200	2	Até 11,00	2
Até 300	3	Até 13,00	3
≥ 300	4	Acima de 13,00	4

Fonte: Holz (2010)

O somatório dos valores dos quatros indicadores secundários destacados define o valor do IRA. Nas localidades de alagamentos críticos caracterizados por Holz (2010) na bacia do Riacho Reginaldo, o IRA teve como resultados valores entre 4 e 15 (podendo variar entre 4 e 16). Cabe ressaltar que o valor do IRA refere-se as áreas que apresentam alagamentos críticos definidos por Holz (2010), como áreas onde o água atinge o interior dos domicílios durante eventos de escoamento de águas pluviais.

No processo de proposição do Indicador secundário Idu definiu-se que sua finalidade é quantificar as áreas que não apresentam alagamentos críticos, ou seja, a condição de salubridade relacionada ao Idu refere-se a não ocorrência de alagamento crítico. Desta forma, valores de IRA iguais ou superiores a 4 já representam condição de insalubridade, cujas faixas de valores são representados pela equação 17. Essa equação representa as 13 faixas de risco de alagamento definidas por Holz (2010) e as regiões que ficaram fora das mapeadas como as que apresentam algum risco de alagamento inferior a 4 possuem boa condição de salubridade segundo esse indicador.

$$Idu = \frac{16 - IRA}{13}, \quad \text{para } IRA \geq 4 \quad (17)$$

$$Idu = 1, \quad \text{para } IRA < 4$$

Sendo:



Idu: Indicador de Drenagem Urbana.

16: Valor máximo do IRA (para alagamentos críticos).

IRA: Valor apresentado nas áreas com alagamentos críticos.

Valores de IRA menores que 4 correspondem a áreas onde não há observação de alagamentos críticos na bacia, propiciando melhores condições de salubridade ambiental do ponto de vista sanitário.

### 3.2.3 Levantamento de dados junto aos prestadores de serviços

Os dados para formulação dos indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário foram obtidos junto à Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) e correspondem a:

- Cobertura da rede geral de abastecimento de água obtidos na Diretoria de Operações da CASAL.
- Dados das análises de qualidade de água distribuída na região em estudo obtida na Gerência de Controle e Qualidade do Produto da CASAL, por meio de formulários de análises de água em formato digital.
- Dados da cobertura da rede coletora de esgotos obtida na Gerência de Controle e Qualidade do Produto da CASAL, os dados da cobertura de rede coletora foram confirmados com mapas apresentados por Silva (2011).

As informações sobre a coleta de resíduos sólidos foram obtidas junto a Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM), na Diretoria de Operações, responsável pelo serviço público de coleta de resíduos sólidos na Cidade e correspondem a:

- Cobertura de coleta de resíduos sólidos
- Tipo de coleta realizado.

### 3.2.4 Composição e cálculo dos indicadores com dados dos prestadores de serviço

Para a composição dos indicadores secundários de: abastecimento de água (Iab), esgotamento sanitário (Ies) e coleta de resíduos sólidos (Icr), foram utilizados os dados

obtidos dos prestadores de serviços (CASAL e SLUM) e para o indicador de drenagem urbana (Idu) foram usados os resultados de Holz (2010).

#### 3.2.4.1 Indicador de Abastecimento de Água

Para composição do indicador de abastecimento de água com dados do prestador de serviço, foram propostos dois indicadores terciários, considerando-se a disponibilidade de dados e sua representatividade com o indicador principal:

- Indicador de cobertura de água (**Ica**).
- Indicador de qualidade de água (**Iqa**).

O cálculo é realizado por meio da média aritmética dos indicadores terciários conforme apresentado na equação 18. O Iab assumirá valores entre 0 e 100.

$$Iab = \frac{Ica + Iqa}{2} \quad (18)$$

O indicador terciário de cobertura de água (**Ica**) tem por finalidade quantificar os domicílios inseridos na bacia em estudo com cobertura de água por rede geral. A obtenção desse indicador terciário ocorre por meio do cálculo conforme apresentado na equação 19.

Critério de cálculo:

$$Ica = \frac{Duc}{Dut} \times 100 \quad (19)$$

Onde:

Duc: Domicílios urbanos em áreas com cobertura de rede geral.

Dut: Domicílios urbanos totais.

As áreas com cobertura de rede geral foram obtidas do prestador de serviços e os domicílios urbanos totais foram obtidos por meio do Censo Demográfico (IBGE, 2010a).

O indicador terciário de qualidade da água (Iqa) tem por finalidade quantificar a qualidade da água distribuída na rede geral. A obtenção desse indicador terciário ocorre conforme apresentado na equação 20.

$$Iqa = \frac{Aml}{Amr} \times 100 \quad (20)$$

Onde:

Aml: Número de amostras realizadas que atende a legislação (Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde).

Amr: Número total de amostras realizadas.

Os dados para o cálculo desse indicador foram obtidas junto a Gerência de Controle e Qualidade do Produto da CASAL, com análises de qualidade da água referentes ao ano de 2012. Essas análises correspondem a diferentes meses do ano, e foram obtidas por bairros que formam a bacia do Riacho Reginaldo. Desta forma, foram computados os setores censitários da bacia correspondente aos bairros analisados.

#### 3.2.4.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies)

Para a composição do indicador de esgotamento sanitário (Ies), com os dados do prestador do serviço, foram propostos dois indicadores terciários:

- Indicador para áreas com cobertura de rede coleta (Irc).
- Indicador para áreas sem cobertura de rede coletora (Isc).

O indicador terciário para áreas com cobertura de rede coleta (Irc) tem como finalidade quantificar as áreas com domicílios atendidos com destinação dos dejetos sanitários em rede coletora. Para esse indicador foi estabelecido o valor 100, considerando ser a melhor condição para o contexto local, uma vez que todo o esgoto coletado é destinado ao emissário submarino. Destaca-se, mais uma vez, que não está sendo discutida a questão do tratamento do efluente antes do lançamento no emissário, mas sim a condição na bacia hidrográfica em relação ao destino dos efluentes.

Já o indicador terciário para áreas sem cobertura de rede coleta (Isc) tem como finalidade quantificar as áreas com domicílios sem destinação dos dejetos sanitários em rede coletora. Para esse indicador foi estabelecido valor 0 (zero), a atribuição dessa ponderação tem como justificativa a ausência de rede coleta para destinação dos dejetos sanitários e a ausência de informação oficial sobre outras formas de destinação dos esgotos.

A proposição desses indicadores terciários foi feita considerando a disponibilidade de dados ofertada pela fonte pesquisada, que só tem informações sobre a destinação dos esgotos sanitários para as redes coletoras.

Dessa forma, o prestador de serviço público de esgotamento sanitário só dispõe de dados sobre a presença ou não de redes coletoras na região estudada. Já os dados censitários dispõem de informações mais abrangentes sobre essa temática, incluindo outras formas de destinação dos esgotos sanitários, apesar de corresponderem à percepção da população em relação à solução adotada, não tendo um caráter técnico rigoroso.

O processo de cálculo do Ies com dados do prestador de serviço foi realizado da seguinte forma: se o setor censitário tiver cobertura de rede coletora o Ies tem valor 100. Se o setor censitário não tiver cobertura de rede coletora o Ies tem valor 0 (zero). Dessa forma, a pontuação do Ies poderá assumir apenas dois valores: 100 (região com cobertura de rede coletora) ou zero (região sem cobertura de rede coletora).

#### 3.2.4.3 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr)

Para a composição do indicador de coleta de resíduos sólidos (Icr), com dados do prestador do serviço (SLUM), foram propostos dois indicadores terciários:

- O indicador de coleta com caminhão coletor porta a porta (Icc).
- O indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária (Ice).

O indicador terciário de coleta por caminhão coletor porta a porta (Icc) tem como finalidade quantificar as áreas com domicílios atendidos com coleta de resíduos por caminhão coletor. Para esse indicador foi estabelecido o valor 100 considerando os apontamentos feitos por IBAM (1991) e SNSA (2008) que afirmam que a coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza com caminhão coletor porta a porta, é a forma mais adequada para coleta de resíduos domiciliares.

O indicador terciário de cobertura de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária (Ice) tem como finalidade quantificar as áreas com domicílios atendidos com coleta de resíduos por caçamba estacionária. Para esse indicador foi estabelecido valor 50, considerando os apontamentos feitos por IBAM (1991) e SNSA (2008) que afirmam que a coleta de resíduos sólidos em caçamba estacionária, não é a melhor

forma para coleta de resíduos domiciliares, mas ainda é melhor do que outras formas de destinação do resíduo, tais como disposição em terrenos baldios ou em corpos d'água.

A proposição desses dois indicadores terciários foi realizada considerando-se as informações prestadas pelo órgão de limpeza municipal, que só dispõe de informações sobre coleta por caminhão coletor porta a porta e coleta por caçamba estacionária, não havendo registros de outras fontes de coleta.

Diante da situação exposta à pontuação do Icr poderá assumir apenas dois valores: 100 (região com coleta por caminhão coletor porta a porta) ou, 50 (região com coleta por caçamba estacionária).

#### 3.2.4.4 Indicador de Drenagem Urbana (Idu)

Para a composição do Idu com dados do prestador de serviço deparou-se com o mesmo problema da ausência de informações sobre drenagem de águas pluviais, dessa forma seguiu-se o mesmo procedimento adotado para a proposição do Idu, descrito na metodologia que aborda a composição dos indicadores com dados do censo demográfico 2010.

#### 3.2.5 Ponderação dos Indicadores secundários à formulação do ISA

Após a definição e ponderação dos indicadores terciários foi procedida a ponderação dos indicadores secundários para o cálculo do Índice (ISA) proposto para a bacia do Riacho Reginaldo. A ponderação proposta teve por base a revisão de literatura sobre os diversos trabalhos produzidos na área de indicadores de salubridade ambiental. Os trabalhos utilizados como referencial teórico foram: São Paulo (1999), Montenegro *et al.* (2001), Dias (2003) e Batista (2005).

Deve-se considerar, nesse ponto, que o peso dado a cada indicador secundário altera a importância dada a cada componente do saneamento básico para avaliar a condição de salubridade. O ISA/BH, por exemplo, associa peso 5 ao Iab, por considerar que a situação de abastecimento de água está relativamente bem resolvida no Município e que, portanto, não precisa ter um peso maior.

Considerando-se que a bacia do Riacho Reginaldo apresenta problemas em todos os indicadores de saneamento básico, os valores atribuídos aos pesos não podem ser muito diferentes. Considerou-se que abastecimento de água e esgotamento sanitário

são os dois componentes de maior relevância para a salubridade ambiental e que resíduos sólidos e drenagem urbana terão pesos equivalentes.

A formulação proposta para o cálculo do ISA/Maceió está representada na equação 21 com sua respectiva ponderação.

$$ISA = Iab(30) + Ies(30) + Icr(20) + Idu(20) \quad (21)$$

Sendo:

Iab: Indicador de abastecimento de água.

Ies: Indicador de esgotamento sanitário.

Icr: Indicador de coleta de resíduos sólidos.

Idu: Indicador de drenagem urbana

Para os Indicadores de abastecimento de água (Iab) e esgotamento sanitário (Ies) foram atribuídos peso 30, recebendo a maior importância por ser considerada nos trabalhos estudados como componentes do saneamento básico mais diretamente ligados à qualidade de vida. Os autores estudados também abordam que o abastecimento de água e o esgotamento sanitário são dois itens importantes na promoção da salubridade ambiental. Para os indicadores Coleta de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana foi atribuído peso (20), considerando que a deficiência nesses dois serviços é refletida nas condições de salubridade ambiental da localidade.

O cálculo do ISA/Maceió é realizado pela soma ponderada dos indicadores secundários equação 21 e tabela 2.

**Tabela 2 – Ponderação dos componentes do ISA/Maceió**

<b>Componente</b>	<b>Peso</b>
Iab – Indicador de Abastecimento de Água	30
Ies – Indicador de Esgotamento Sanitário	30
Icr – Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos	20
Idu – Indicador de Drenagem Urbana	20
$\Sigma$	100

Fonte: Autor, 2013.

De acordo com São Paulo (1999), Montenegro *et al.* (2001), Dias (2003) e Batista (2005), usados como referencial teórico do presente trabalho, não existe um marco teórico conceitual de atribuição de pesos para a formulação de indicadores.

### 3.2.6 Síntese da composição do ISA/Maceió e faixas de salubridade

Na tabela 3 está disposta a síntese da composição dos indicadores de 2ª ordem e suas finalidades dentro do cálculo do ISA/Maceió, com base nos dados do Censo demográfico 2010.

**Tabela 3 – Síntese da composição dos indicadores de segunda ordem com base nos dados do Censo 2010**

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
Iab – Indicador de abastecimento de água	Irg – Indicador de abastecimento de água por rede geral	Quantificar os domicílios com abastecimento de água por rede geral
	Ipo – Indicador de abastecimento de água por poços	Quantificar os domicílios com abastecimento de água por poços
	Iof – Indicador de abastecimento de água por outras fontes	Quantificar os domicílios com abastecimento de água por outras fontes
Ies – Indicador de esgotamento sanitário	Irc – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em rede coletora	Quantificar os domicílios com destinação dos esgotos sanitários em rede coletora
	Ifs – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa séptica	Quantificar os domicílios com destinação dos esgotos sanitários em fossa séptica
	Ifr – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar	Quantificar os domicílios com destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar
Icr- Indicador de coleta de resíduos sólidos	Isl- Indicador de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza
	Ice - Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária
Idu – Indicador de drenagem urbana	Em função da dificuldade da obtenção de informações de drenagem e manejo de águas pluviais, optou-se por usar os resultados do IRA (HOLZ, 2010)	Quantificar áreas que não apresentam alagamentos críticos

Fonte: Autor, 2013.

Na tabela 4 está disposta a síntese da composição dos indicadores de 2ª ordem e suas finalidades dentro do cálculo do ISA/Maceió, com base nos dados do prestador de serviço.

**Tabela 4 – Síntese da composição dos indicadores de segunda ordem com base nos dados dos prestadores do serviço público de saneamento básico**

<b>Indicadores secundários</b>	<b>Indicadores terciários (variáveis)</b>	<b>Finalidades</b>
	Ica – Indicador de cobertura	Quantificar os domicílios com

<u>Iab – Indicador de abastecimento de água</u>	de água	cobertura de abastecimento de água por rede geral
	Iqa – Indicador de qualidade da água	Quantificar a qualidade da água distribuída na rede geral
<u>Ies – Indicador de esgotamento sanitário</u>	Irc – Indicador para áreas com cobertura de rede coletora	Quantificar os domicílios atendidos com cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário
	Isc – Indicador para áreas sem cobertura de rede coletora	Quantificar os domicílios sem cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário
<u>Icr- Indicador de coleta de resíduos sólidos</u>	Isl- Indicador de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza
	Ice - Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária
<u>Idu – Indicador de drenagem urbana</u>	Adotou-se o mesmo procedimento realizado para o Idu com dados do censo demográfico	Quantificar áreas que não apresentam alagamentos críticos

Fonte: Autor, 2013.

O ISA/Maceió tem como parte do seu objetivo a avaliação da salubridade ambiental da bacia do Riacho Reginaldo sendo necessária a proposição de faixas de situação de salubridade utilizadas para relacionar aos resultados obtidos. A tabela 5 apresenta a situação de salubridade por faixa de pontuação que será usada no presente trabalho para comparação dos resultados, considerando as faixas apresentadas por Oliveira (2003) e ajustando a pontuação para maior aderência à realidade local.

**Tabela 5 – Situação de salubridade por faixa de pontuação do ISA/Maceió**

<b>Situação de Salubridade</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Salubridade insatisfatória</b>	≤ 60
<b>Salubridade moderada</b>	61 - 85
<b>Salubridade satisfatória</b>	86 - 100

Fonte: Adaptado de Oliveira (2003).

### 3.2.7 Mapeamento dos indicadores na bacia do Riacho Reginaldo

O mapeamento dos indicadores por setores censitários na bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo utilizou ferramentas de geoprocessamento e a base de dados já processada por Holz (2010).



Para sistematização e interpretação dos resultados numéricos obtidos na bacia do Riacho Reginaldo pelos indicadores propostos, a partir de diferentes recortes espaciais (setores censitários e bairros) utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento com o uso do shape da bacia e o *software* ArcGis® versão 9.3 para a espacialização dos resultados por meio de mapas setoriais e o mapa síntese do ISA/Maceió com o uso de duas fontes de dados para o desenvolvimento do trabalho.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste item são apresentados os resultados numéricos e discussões referentes às etapas acima apresentadas, como também as principais características envolvidas em cada uma delas. Além dos resultados numéricos, apresenta o mapeamento dos indicadores secundários e do Índice de Salubridade Ambiental para a bacia do Riacho Reginaldo.

##### **4.1 Visão geral das condições sanitárias na Bacia do Riacho Reginaldo**

A bacia do Riacho Reginaldo apresenta muitas áreas que não deveriam ter ocupação urbana, inclusive por se tratarem de APPs. No entanto, grandes partes desses locais são densamente povoadas e contam com precária prestação de serviços públicos de saneamento básico, o que pode ser observado em visitas à área em estudo.

Os serviços públicos de saneamento básico existentes na localidade abordada estão completamente distantes dos princípios fundamentais do saneamento básico regidos pela Lei Federal nº 11. 445/2007(BRASIL, 2007), que estabelece como um dos seus princípios fundamentais a universalização do acesso. Diversas áreas da Bacia não são atendidas por um ou mais dos componentes que integram o saneamento básico conforme será apresentado na caracterização dos serviços públicos urbanos de saneamento básico prestados na área estudada.

O abastecimento de água é o serviço público de saneamento básico prestado de maior abrangência na localidade estudada. No entanto existem algumas áreas que não são atendidas por redes de abastecimento de água e utilizam como forma de abastecimento poços e/ou nascente ou carros pipas. Essas formas têm como características a falta de controle da qualidade da água. Mesmo em áreas com atendimento pleno pela Companhia de Saneamento, há abastecimento por carro pipa

como forma de redução na conta de água, situação que pode ser observada diariamente na parte baixa da Cidade (frequentemente os carros pipas estão abastecendo condomínios de alto padrão na parte baixa da Cidade).

A prestação do serviço público de esgotos sanitários na Bacia em estudo é precária, visto que só existe rede coletora na parte baixa da Bacia próxima a foz (CASAL, 2009 *apud* SILVA, 2011).

De acordo com Pedrosa (2008), a existência da rede coletora nesta parte da bacia não é garantia de destinação correta de esgotamento sanitário, visto que existe lançamento de esgoto na galeria de água pluvial na localidade. Nas demais áreas da bacia predominam o sistema de fossa séptica e fossa rudimentar, sendo que essa última é muito frequente (SILVA, 2011). Pimentel (2009) afirma que outra forma de destinação do esgotamento sanitário na área da Bacia é o seu lançamento no percurso do rio principal e de seus afluentes por moradores da região.

De acordo com dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010), a ausência de rede coletora de esgoto na maior parte da Bacia tem como consequências, a destinação de esgotos sanitários em fossas sépticas, fossa rudimentar e em valas, rios, riachos e córregos. Destaca-se que os dados do IBGE referem-se à manifestação espontânea dos respondentes, podendo haver confusão de terminologia técnica entre fossa séptica e fossa rudimentar.

Dessa forma, observa-se que a situação da destinação dos esgotos sanitários na área em estudo é muito problemática e não se adequa ao que preconiza a Lei nº 11.445/2007 que rege que o acesso à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve ser universal.

A prestação do serviço público de coleta de lixo na bacia do Riacho Reginaldo é realizada por empresas terceirizadas contratadas pela prefeitura. Nas áreas baixas da Bacia a coleta é realizada seis dias por semana, já nos bairros populares a coleta é realizada três vezes por semana, sendo que nas áreas de difícil acesso – vales, depressões ou áreas de elevada declividade - conhecidas por “grotas”, que não permitem o acesso do veículo automotor, a coleta é realizada três vezes por semana por agentes de limpeza comunitários.

Esses agentes comunitários residem na própria comunidade e são contratados pela empresa terceirizada por intermédio da associação de moradores local. O trabalho realizado por eles consiste em recolher porta a porta o lixo e depositá-los em caçambas ou caixas coletoras fixadas em locais que garantam acessibilidade ao caminhão coletor.

Outra atribuição desenvolvida pelos agentes de limpeza comunitários é a retirada de lixo da calha do Riacho Reginaldo e seus afluentes, visto que muitos moradores ignoram o serviço de coleta e continuam jogando o lixo na calha dos riachos da região, dessa forma durante os eventos chuvosos os resíduos são carregados pelo percurso dos riachos, obstruindo assim o fluxo e promovendo o alagamento da região.

As informações sobre a coleta de lixo na bacia do Riacho Reginaldo foram prestadas pela Diretoria de Operações da SLUM (Superintendência Municipal de Limpeza Urbana), órgão municipal responsável pela limpeza urbana de Maceió. A SLUM informa que 100% da área dentro da bacia é atendida por serviço público de coleta de lixo.

No entanto, quando se caminha pela margem dos corpos de água é perceptível à presença de lixo na calha dos riachos e a explicação para essa situação deve-se a questão sociocultural dos moradores, que ignoram a prestação do serviço público de coleta porta a porta e continuam jogando o lixo em locais inapropriados. A presença de lixo na calha dos riachos e a presença de agentes de limpeza comunitários foram constatadas em visita de campo a Bacia.

Essa mesma situação é apresentada nos dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010), que mostram que a região em estudo tem cobertura de coleta de resíduos por caminho coletor porta a porta, caçamba estacionária e algumas áreas com destinação de lixo em locais impróprios como valas, rios riachos ou são queimados.

No tocante ao aspecto coleta, a prestação desse serviço tem se aproximado do que rege a Lei Nacional de Saneamento Básico, entretanto, cabe destacar que o aspecto de tratamento ou de manejo não foi abordado nesse trabalho.

A situação da drenagem pluvial da bacia do Riacho Reginaldo é problemática. De acordo com Neves *et al.* (2007) o sistema de drenagem da bacia é composto por canais de macrodrenagem e alguns sistemas isolados de microdrenagem, principalmente nos loteamentos mais recentes. Ainda de acordo com esses autores, a macrodrenagem existente corresponde ao canal principal do Riacho Reginaldo, sendo que os 2 km finais do seu curso estão canalizados, bem como os riachos Gulandim e Sapo, que se encontram retificados e canalizados. O restante do sistema é composto por canais naturais e sistemas isolados. Uma das dificuldades de análise da drenagem se refere à ausência de informação cadastral sobre a rede de drenagem existente.

Silva Júnior (2008) e Neves *et al.* (2007) afirmam que a maior parte da bacia não tem redes de microdrenagem, e destaca também que a área em estudo é carente em

atualização cadastral de redes de drenagem pluvial. Pimentel (2009) destaca que a rede de drenagem natural da Bacia é utilizada como ponto de lançamento de vários tipos de resíduos e efluentes o que provoca o assoreamento dos canais. Em vista dessa situação a autora citada afirma que boa parte do sistema de drenagem natural se encontra com capacidade de escoamento reduzida em função da obstrução provocada pelos lançamentos de esgotos e resíduos. Neves *et al.* (2007), Pedrosa (2008) e Holz (2010) destacam ainda o elevado grau de impermeabilização da área. Como consequência, Holz (2010) apresenta vários pontos com problema críticos de alagamentos na bacia. Neves *et al.* (2007) destacam ainda a exagerada impermeabilização de grandes áreas da bacia sem o devido planejamento para escoamento das águas pluviais.

#### **4.2 Indicadores para Qualificação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico na Bacia do Riacho Reginaldo**

Neste tópico são apresentados os resultados numéricos da qualificação para os serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e a espacialização dessa qualificação considerando os dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010a), dos prestadores de serviço público de saneamento básico e dos pontos de alagamentos críticos mapeados por Holz (2010).

Os resultados são apresentados por meio dos indicadores secundários do ISA/Maceió: Indicador de abastecimento de água – Iab; Indicador de Esgotamento Sanitário – Ies; Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos – Icr; e Indicador de Drenagem Urbana – Idu. Serão apresentados também alguns dos mapas intermediários que representam os indicadores terciários, além das discussões sobre os mesmos. E finalizando os resultados será apresentado o Índice de Salubridade Ambiental (ISA) da bacia do Riacho Reginaldo com dados de duas fontes de informação.

##### **4.2.1 Indicador de abastecimento de água (Iab) com base nos dados do Censo demográfico 2010**

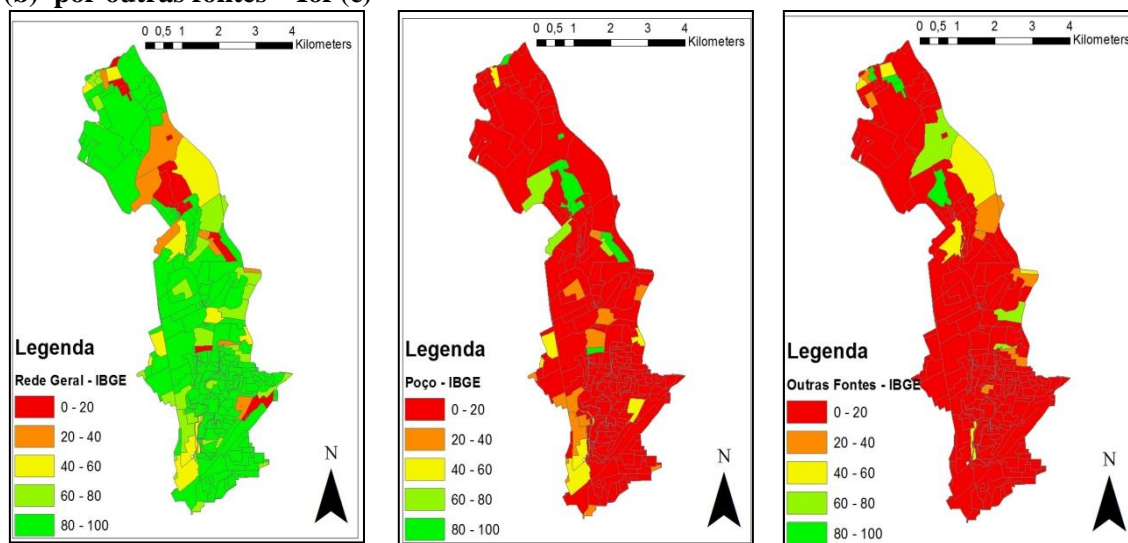
O objetivo deste indicador secundário elaborado com dados do Censo demográfico (IBGE, 2010) é quantificar as formas de abastecimento de água dos domicílios urbanos da localidade em estudo. Para se chegar ao resultado do indicador de abastecimento de água, foram considerados três indicadores terciários: Indicador de

cobertura de água por rede geral – Irg, Indicador de cobertura de água por poços – Ipo e Indicador de cobertura de água por outras fontes – Iof.

Nos resultados obtidos por meio do indicador terciário de cobertura de abastecimento de água por rede geral (Irg) no processo de composição do Iab com dados do IBGE verificou-se que 83% dos domicílios dos setores censitários da Bacia do Reginaldo são atendidos por abastecimento de água por rede geral (Figura 9-a). Nos resultados obtidos por meio do indicador de abastecimento de água por poços (Ipo) 9,% dos domicílios que compõe a bacia são atendidos com abastecimento de água por poços (Figura 9-b). E nos resultados do indicador de abastecimento de água por outras fontes (Iof) obteve-se que, 8,% dos domicílios que compõe a bacia do Riacho Reginaldo são atendidos com abastecimento de água por outras fontes (Figura 9-c).

A partir dos resultados desses indicadores terciários, foram gerados seus respectivos mapas (Figura 9) e o mapa síntese do indicador de abastecimento de água - Iab considerando os dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010).

**Figura 9 – Indicador de abastecimento de água por rede geral – Irg (a), por poços – Ipo (b) por outras fontes – Iof (c)**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

(c)

#### 4.2.2 Indicador de abastecimento de água (Iab) com dados do prestador de serviço

O objetivo deste indicador secundário elaborado com dados do prestador de serviço é quantificar a cobertura e a qualidade do abastecimento de água dos domicílios da área em estudo. Para se chegar ao resultado do indicador de abastecimento de água,

foram propostos dois indicadores terciários: Indicador de cobertura de água – Ica e indicador de qualidade da água.

Nos resultados obtidos por meio do processo de cálculo do indicador de cobertura de rede de abastecimento de água (Ica) verificou-se 99,9% da Bacia do Riacho Reginaldo tem cobertura de abastecimento de água por rede geral. A finalidade deste indicador terciário é quantificar o percentual de domicílios inseridos nas áreas com cobertura de rede geral de abastecimento de água, com a utilização de dados do prestador de serviço.

As informações das áreas de cobertura de rede geral, para o cálculo desse indicador foram obtidas com Silva (2012) junto à Diretoria de Operações do prestador de serviço de abastecimento de água, a CASAL. Os quantitativos de domicílios das áreas informadas pelo prestador de serviço com a existência de cobertura de rede e os domicílios urbanos totais foram obtidos por meio do Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Deve-se destacar que o fato de haver rede geral na rua não é garantia de uso da água por essa fonte, como fica evidenciado nos dados do IBGE (2010). De fato, a realidade individual é de uso de outras fontes de abastecimento, mesmo havendo a disponibilidade da rede geral de abastecimento público de água. O mapa gerado para espacialização desse resultado pode ser observado na figura 10.

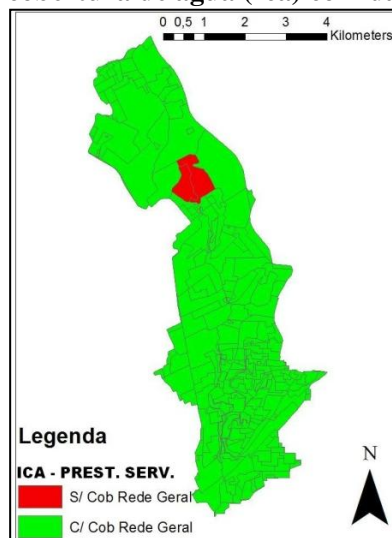
Nos dados obtidos pelo prestador de serviço, a CASAL, não foi possível avaliar os parâmetros de qualidade da água por meio do Iqa. A dificuldade ocorreu pelos seguintes fatores principais:

- ausência de dados ou indisponibilidade de acesso às séries históricas de qualidade da água;
- ausência de dados ou indisponibilidade de acesso à parâmetros de qualidade relevantes para o cálculo do Iqa (como variáveis bacteriológicas) para todos os setores censitários;
- disponibilidade de acesso a dados de apenas uma data por bairro, não coincidentes de um bairro para outro.

Dessa forma, mesmo considerando que a metodologia permite a incorporação de variáveis de qualidade da água, o ISA/Maceió aqui apresentado tratou apenas da abrangência da rede geral de distribuição de água.

A partir do resultado do indicador terciário (Ica), foi gerado seu respectivo mapa (Figura 10) e o mesmo será utilizado como mapa síntese do indicador de abastecimento de água - Iab considerando os dados do prestador de serviço (CASAL).

**Figura 10 – Indicador de cobertura de água (Ica) com dados do prestador de serviço**

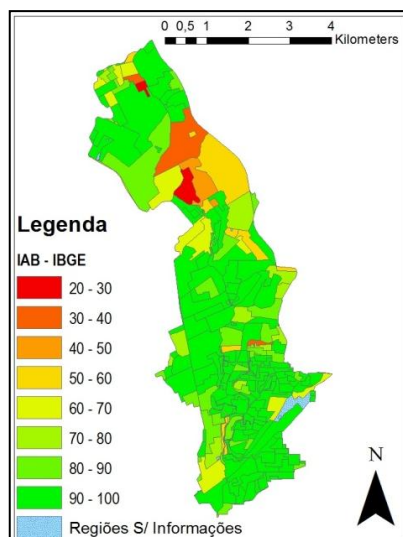


Fonte: Autor, 2013.

#### 4.2.3 Comparação dos Indicadores de abastecimento de água (Iab)

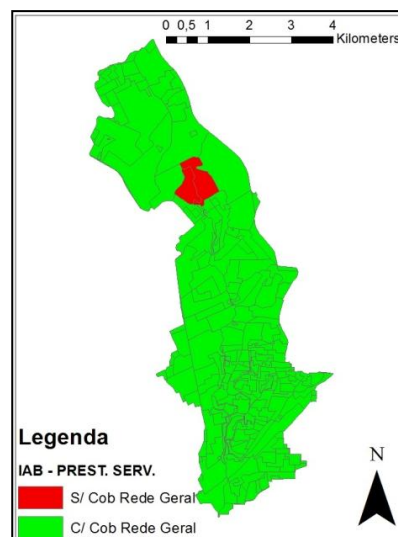
A partir dos indicadores terciários, foram gerados os mapas do indicador secundário Iab considerando os dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010a) e da Companhia de Saneamento do Estado de Alagoas (CASAL), prestador do serviço público de abastecimento de água no município de Maceió, conforme apresentado na figura 11.

**Figura 11 – Indicador de abastecimento de água (Iab): (a) com dados do IBGE e (b) com dados do Prestador de Serviços**



Fonte: Autor, 2013.

(a)



(b)

Na análise da figura 11-a espacialização do indicador de abastecimento de água com dados do IBGE (2010) pode-se observar que a maior parte da Bacia apresenta Iab entre 80 e 100%. Essa bacia estudada apresenta também alguns setores com Iab entre 20 e 70%, sendo que os setores que se enquadram nesse percentual utilizam como formas de abastecimento, água de poço e de carros pipas.

Na análise da figura 11-b espacialização do Indicador de abastecimento de água com dados do prestador de serviços, pode-se observar que com exceção de dois setores censitários a área territorial da Bacia tem cobertura de abastecimento de água por rede geral segundo dados obtidos na Diretoria de Operações do prestador de serviço (SILVA, 2012). Deve-se destacar que o fato de haver rede geral na rua não é garantia de uso da água por essa fonte, como fica evidenciado nos dados do Censo demográfico (IBGE, 2010). De fato, a realidade individual é de uso de outras fontes de abastecimento, mesmo havendo a disponibilidade da rede geral de abastecimento de água público.

Na comparação do Iab com dados do prestador de serviços com o Iab gerado com dados do IBGE (2010), percebe-se uma divergência significativa. Evidentemente essa metodologia é decorrente dos indicadores terciários usados, mas também da forma de obtenção da informação. Os dados do IBGE consideram informação fornecida pelo usuário, enquanto os dados do prestador de serviço não conseguem detalhar a forma de uso da água (como o uso por caminhão pipa onde há abastecimento público). Essa divergência mostra a dificuldade em se trabalhar com indicadores que sejam efetivamente representativos da realidade.



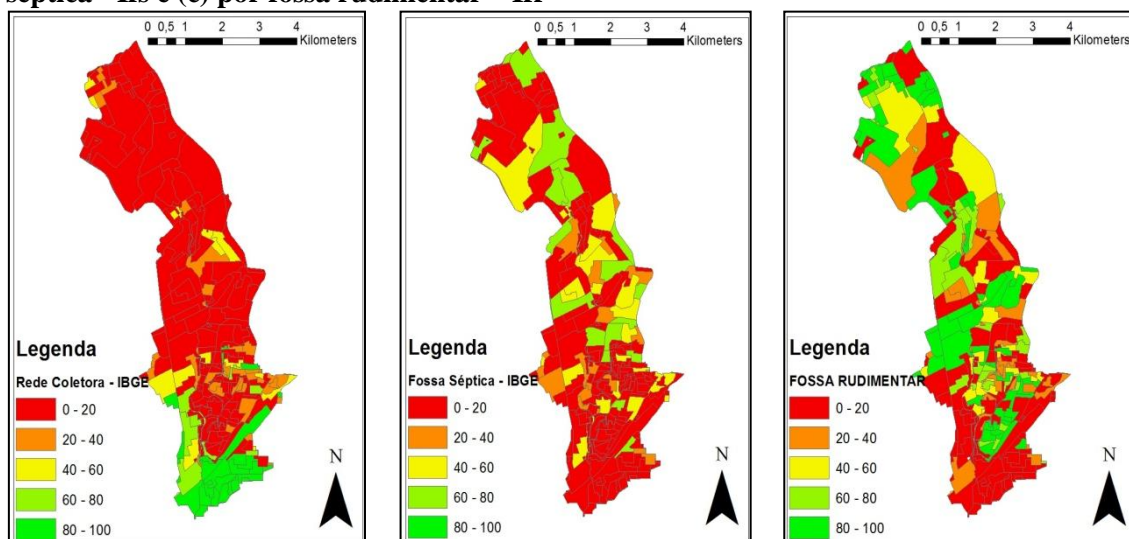
#### 4.2.4 Indicador de esgotamento sanitário (Ies), com dados do IBGE

O objetivo deste indicador secundário elaborado com dados do Censo demográfico (IBGE, 2010) é quantificar as formas de destinação do esgotamento sanitário da localidade em estudo. Para se chegar ao resultado do indicador de esgotamento sanitário, foram propostos três indicadores terciários: indicador de destinação dos esgotos sanitários em rede coletora (**Irc**); indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa séptica (**Ifs**) e indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar (**Ifr**),

De acordo com os resultados obtidos por meio do indicador terciário de destinação de esgotos sanitários por rede coletora (Irc), 26,5% dos domicílios dos setores censitários da bacia do Riacho Reginaldo tem destinação de esgotos sanitários em rede coletora. O indicador terciário Irc tem peso 100, conforme já apresentado no processo metodológico essa forma de destinação de esgotos sanitários é a mais adequada dentro do contexto local analisado.

Os resultados obtidos do indicador terciário de destinação de esgotos sanitários em fossa séptica apresentaram que 21,% dos domicílios da Bacia destinam seus esgotos sanitários em fossa séptica. O peso para este indicador terciário foi 80, conforme já descrito anteriormente. Já os resultados obtidos do indicador terciário de destinação de esgotos sanitários em fossa rudimentar mostraram que 43% dos domicílios da região estudada destinam seus esgotos sanitários em fossa rudimentar. O peso para este indicador foi 20 conforme já descrito anteriormente. A partir dos resultados desses indicadores, foram gerados seus respectivos mapas (Figura 12) e o mapa síntese do Ies considerando os dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010) conforme figura 12.

**Figura 12 – Indicador de esgotamento sanitário: (a) por rede coletora – Irc, (b) por fossa séptica - Ifs e (c) por fossa rudimentar – Ifr**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

(c)

Deve-se destacar que a informação da destinação dos esgotos sanitários por fossa séptica não representa necessariamente, a realidade observada na Bacia, visto que a metodologia de resposta adotada no Censo demográfico pode não representar tecnicamente a informação e haver confusão entre fossa séptica e fossa rudimentar.

#### 4.2.5 Indicador de esgotamento sanitário (Ies), com dados do prestador de serviço

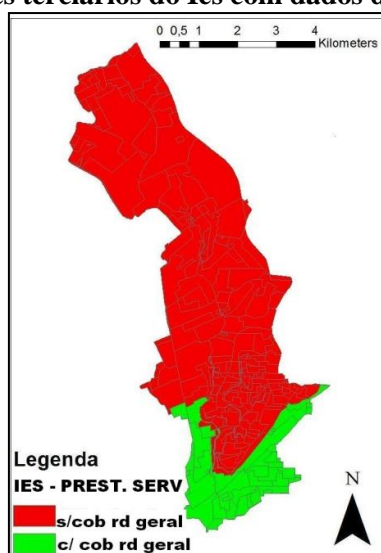
O objetivo deste indicador secundário elaborado com dados do prestador de serviço é quantificar a cobertura da rede coletora de esgotamento sanitário na Bacia em estudo. Para se chegar ao resultado do indicador de esgotamento sanitário, foram propostos dois indicadores terciários: Indicador para áreas com cobertura de rede coletora (Irc), com a atribuição de peso 100 e indicador para áreas sem cobertura de rede coletora (Isc), com a atribuição de peso zero.

Nos resultados obtidos com o indicador terciário para áreas com cobertura de rede coletora verificou-se que 21,5% dos domicílios da bacia estudada estão inseridos em áreas com cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário. Verifica-se que há divergências entre os dados do IBGE, mas com valores de mesma ordem de grandeza. A diferença pode estar associada à percepção do respondente ao Censo em relação ao conhecimento técnico da informação. Nos resultados obtidos com o indicador terciário de áreas sem cobertura de rede coletora verificou-se que 78,5% dos domicílios da bacia

estudada estão inseridos em áreas sem cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário.

As informações das áreas de cobertura de rede coletora, para o cálculo dos indicadores foram obtidas com Capistrano Neto (2012) junto à Gerência de Controle e Qualidade do Produto do prestador de serviço público de abastecimento de água, a CASAL. Essas informações da cobertura da rede indicadas por Capistrano Neto (2012) foram também identificadas por (SILVA, 2011). A partir dos resultados desses indicadores, foi gerado o mapa único de esgotamento sanitário que será utilizado para visualizar os resultados do Irc e do Isc, conforme figura 13.

**Figura 13 – Indicadores terciários do Ies com dados do Prestador de Serviços**

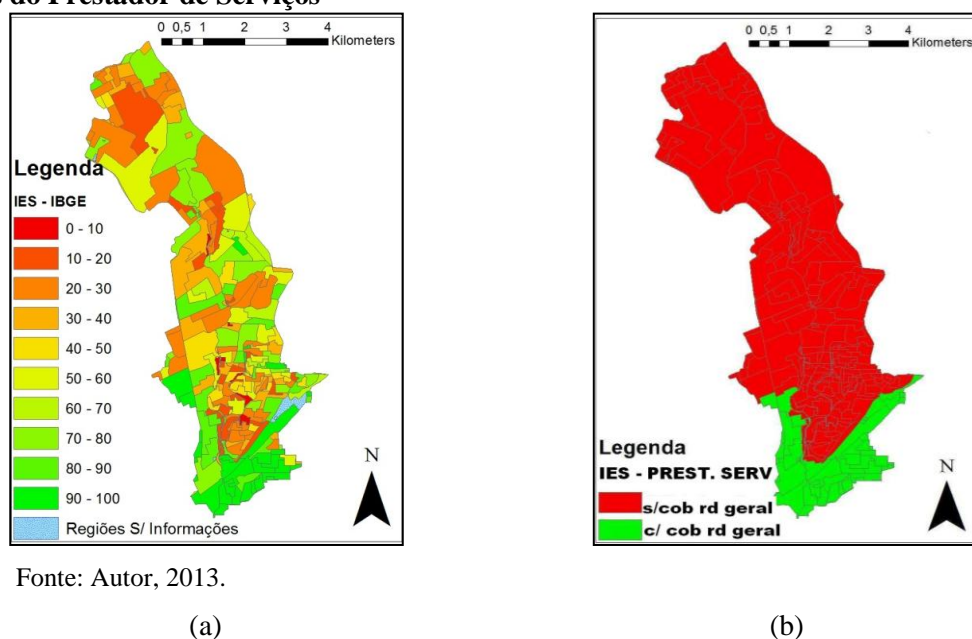


Fonte: Autor, 2013.

#### 4.2.6 Comparação dos Indicadores de Esgotamento Sanitário (Ies)

A partir do cálculo dos indicadores que compõem o Ies com dados do IBGE e da CASAL, foram gerados os mapas de espacialização do indicador secundário de esgotamento sanitário, conforme apresentado na figura 14 .

**Figura 14 – Indicador de Esgotamento Sanitário - Ies: (a) com dados do IBGE e (b) com dados do Prestador de Serviços**



Na análise da figura 14-a, espacialização do indicador de esgotamento sanitário com dados do IBGE (2010) pode-se observar que na parte baixa da bacia estudada o Ies apresenta valores entre 90 e 100% que corresponde aos setores que destinam esgotamento sanitário em rede coletora.

As faixas que correspondem de 0 a 40% são os setores que tem como principal forma de destinação de esgotamento sanitário as fossas rudimentares, presentes na maior parte da Bacia conforme se observa no mapa em análise.

Na análise da figura 14-b, espacialização do indicador de esgotamento sanitário com dados do prestador de serviço (CASAL), observa-se que só a parte baixa da Bacia estudada tem cobertura de rede coletora, as demais áreas não tem cobertura de rede de esgotamento sanitário.

Na comparação entre o Ies gerado com dados do IBGE (2010) e o Ies gerado com dados do prestador de serviço, percebe-se uma aproximação dos resultados quanto à cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário. Outra informação que pode ser verificada dessa análise é a constatação que o serviço público de esgotamento sanitário é muito precário na região estudada.

Essa diferença entre os dois mapas é devido às informações obtidas com as duas fontes consultadas, ou seja, o IBGE permite identificar os tipos de destinação de esgotos sanitários mesmo onde não há rede coletora. Já a CASAL só tem a informação da destinação do esgotamento sanitário por rede coletora.

#### 4.2.7 Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr) com base nos dados do IBGE

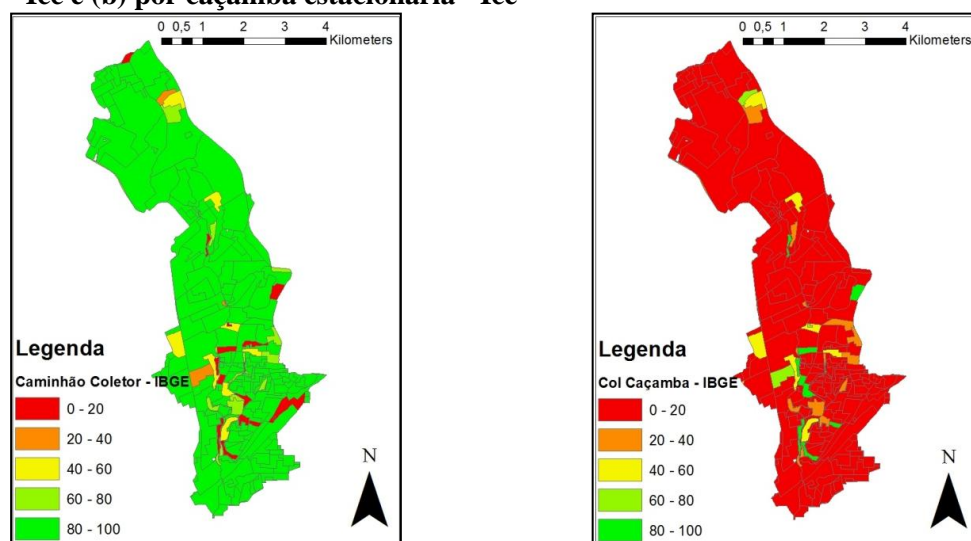
O objetivo deste indicador secundário é quantificar os domicílios que contam com a cobertura de coleta de resíduos sólidos na região estudada com o uso de dados do IBGE (2010) e do prestador de serviço na localidade estudada.

Para se chegar ao resultado do Indicador secundário de Coleta de Resíduos com dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010), foram propostos três indicadores terciários: Indicador de coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza – Isl, com atribuição de peso 100; Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária – Ice, com atribuição de peso 50; e Indicador de destinação de resíduos sólidos em outras fontes – Iof, com atribuição de peso zero.

De acordo com os resultados obtidos com o indicador terciário de coleta de resíduos por caminhão coletor porta a porta – Icc. Constata-se que 89% dos domicílios da Bacia em estudo tem cobertura de coleta de resíduos por serviço público de limpeza com caminhão coletor porta a porta. E nos resultados obtidos com o indicador terciário de cobertura de coleta de resíduos por serviço de limpeza com caçamba estacionária constata-se que 8,7% dos domicílios da Bacia em estudo tem cobertura de coleta de resíduos por caçamba estacionária. O percentual obtido para os domicílios que destinam resíduos sólidos por outras formas foi 2,4%, esses domicílios localizam-se em sua maioria nas áreas de ocupação irregular.

Os mapas gerados para espacialização dos resultados dos indicadores Icc e Ice podem ser observados na figura 15. O mapa para visualização do indicador de coleta de resíduos sólidos por outras fontes não foi gerado visto que esse indicador tem peso zero e não é inserido no cálculo para obtenção do Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr).

**Figura 15 – Indicador de coleta de resíduos sólidos: (a) por caminhão coletor porta-a-porta – Icc e (b) por caçamba estacionária - Ice**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

#### 4.2.8 Indicador de coleta de resíduos sólidos (Icr), com dados do prestador de serviço

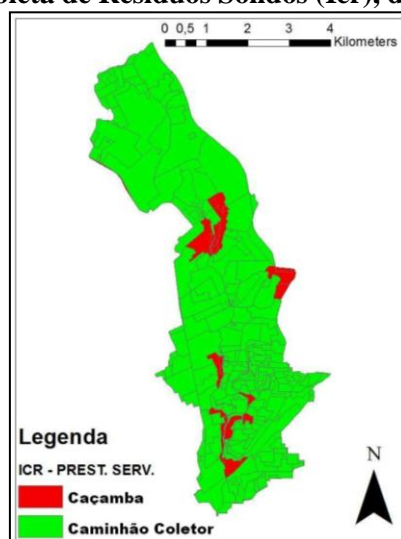
O objetivo deste indicador secundário elaborado com dados do prestador de serviço é quantificar a cobertura da coleta de resíduos sólidos na Bacia em estudo. Para se chegar ao resultado do indicador de coleta de resíduos, foram propostos dois indicadores terciários: o indicador de coleta com cobertura por serviço público de limpeza (Isl), com a atribuição de peso (100) e o indicador de cobertura de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária (Ice), com a atribuição de peso 50.

De acordo com os resultados obtidos por meio do indicador terciário de coleta de resíduos por serviço de limpeza (Isl), constata-se que 92% dos domicílios da Bacia em estudo tem cobertura de coleta de resíduos por serviço de limpeza. E nos resultados obtidos com o indicador terciário de cobertura de coleta de resíduos por caçamba estacionária constata-se que 8% dos domicílios da Bacia em estudo tem cobertura de coleta de resíduos por caçamba estacionária.

As informações das áreas de cobertura de coleta de resíduos sólidos, para o cálculo dos indicadores foram obtidas com Almeida (2012) junto à Diretoria de Operações do prestador de serviço de coleta de resíduos sólidos de Maceió, Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM). A partir dos resultados obtidos dos indicadores propostos para o Icr com dados do prestador de serviço foi

gerado um mapa único para espacialização do Icr, uma vez que em um só mapa visualizam-se os resultados desse indicador.

**Figura 16 – Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr), dados do prestador de serviço**

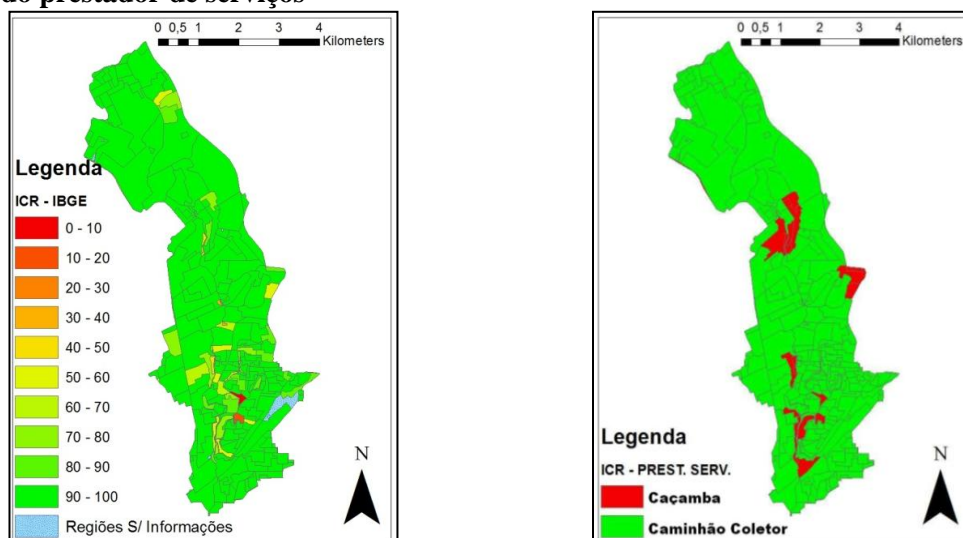


Fonte: Autor, 2013.

#### 4.2.9 Comparação dos Indicadores de Coleta de Resíduos (Icr)

A partir da determinação dos indicadores terciários, foi calculado o indicador de coleta de resíduos sólidos para os dados do Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010) e da Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM). A espacialização dos resultados do Icr com base em duas fontes de informação está apresentada na figura 17.

**Figura 17 – Indicador de Coleta de Resíduos – Icr: (a) com dados do IBGE e (b) com dados do prestador de serviços**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

Na análise da figura 17-a, espacialização do indicador de coleta de resíduos sólidos com dados do IBGE (2010), observa-se a existência de setores que apresentam valores entre 40 e 70%, que correspondem às regiões que tem como principal forma de coleta a deposição em caçamba estacionária. Os setores que apresentam valores entre 90 e 100% compreendem a maior parte da bacia em estudo e correspondem às regiões onde predomina a coleta por serviço público de limpeza.

Na análise da figura 17-b espacialização do indicador de coleta de resíduos com dados da SLUM, verifica-se a presença de áreas com predominância de cobertura de coleta por caçamba estacionária na parte central sul da Bacia, na parte central norte e nos setores localizados no centro leste da Bacia em estudo. Essas áreas em análise são regiões de ocupação irregular (grotas) ou áreas onde a presença do caminhão coletor na tem acesso.

Confrontado o resultado dos dados do IBGE com os dados do prestador de serviço percebe-se certa divergência, no tocante aos domicílios que dispõe os resíduos sólidos em locais inadequados, riachos, valas e córregos. Essa situação é contemplada nos resultados obtidos com dados do IBGE, mas nos resultados do órgão prestador de serviço essa situação não é contemplada. A informação da SLUM é que a Bacia tem cobertura de coleta de resíduos em 100% por caminhão coletor ou por caçamba estacionária.

#### 4.2.10 Indicador de drenagem urbana - Idu

O objetivo deste indicador secundário é quantificar as áreas sem alagamentos críticos nos setores censitários da região estudada. Para se chegar ao resultado do Indicador de Drenagem Urbana, foram usados os resultados do Índice de Risco de Alagamentos desenvolvidos por Holz (2010), conforme explicado na metodologia.

De acordo com os resultados obtidos pelo Idu, 70,6% dos setores censitários da Bacia em estudo não apresentam riscos de alagamentos críticos. Os demais setores 29,4% apresentam riscos de alagamentos com variação de magnitude entre 5 e 15 quantificados por Holz (2010). Deve-se destacar que a unidade de análise deste trabalho é o setor censitário e que a abrangência do alagamento crítico geralmente é inferior ao setor censitário ou está entre setores censitários. Entretanto, optou-se por considerar

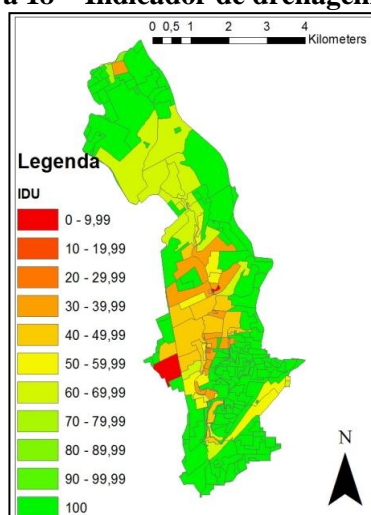


todo o setor quando há ocorrência de algum ponto de alagamento crítico correspondente a ele.

Para esse indicador secundário não foram criados subindicadores, visto que só foi analisada uma variável, a existência de alagamentos críticos. Outro motivo que explica a existência de uma única variável para a composição do Idu é carência de dados, tanto do IBGE como do prestador do serviço de drenagem e manejo de águas urbanas.

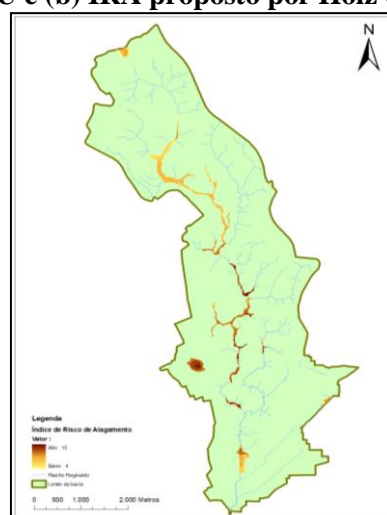
A partir dos resultados para o Índice de Risco de Alagamento apresentado por Holz (2010), ilustrados na figura 18-b, foram identificados os setores censitários que apresentam risco de alagamento e o correspondente grau de risco. Essa análise resultou na espacialização para o indicador de drenagem urbana – Idu (Figura 18-a).

**Figura 18 – Indicador de drenagem urbana: (a) IDU e (b) IRA proposto por Holz (2010)**



Fonte: Autor, 2013.

(a)



Fonte: Holz (2010)

(b)

Na espacialização do indicador de drenagem urbana – Idu (Figura 18-a) estão representados por faixas os valores das áreas sem alagamentos críticos. A faixa 100 corresponde às áreas que não apresentam nenhum risco de alagamento crítico, que predomina em 70,6% da Bacia. As demais faixas apresentam algum tipo de risco de alagamento.

Os dois setores censitários na faixa vermelha (de 0 a 9,99%) representam as duas regiões da Bacia (parte central, região da Rotary e parte oeste, bairro do Pinheiro) onde o alagamento crítico atinge a maior magnitude e convém destacar que segundo Holz (2010), esses alagamentos atingem as residências desses locais todos os anos.

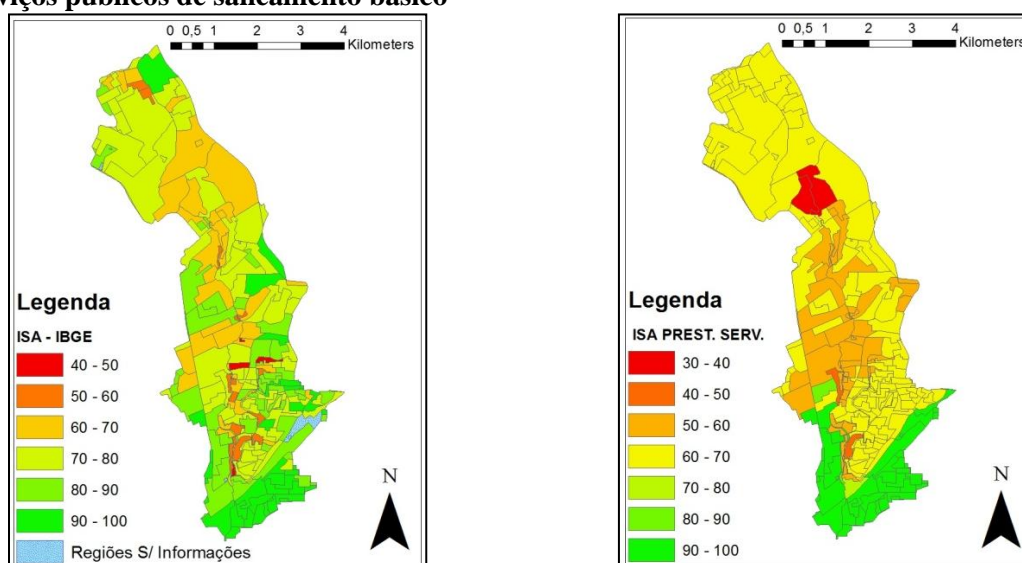
Ainda segundo Holz (2010), o alagamento na região da Rotary tem como causa a redução da calha natural do Riacho Reginaldo, já no bairro do Pinheiro localizado a oeste da Bacia e situado fora da calha natural dos riachos da Bacia os alagamentos são causados pela infraestrutura de drenagem existente que não funcionam a contento.

Na espacialização do Ira (Figura 18-b) estão representados os locais de alagamentos críticos caracterizados por Holz (2010) por meio do índice de risco de alagamentos (Ira).

#### 4.3 Índice de Salubridade Ambiental - ISA/Maceió

Com os resultados obtidos dos indicadores secundários, considerando os dados das duas fontes IBGE (2010) e prestadores de serviço (CASAL/SLUM), sobre os serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de coleta de resíduos sólidos e os resultados do Índice de Risco de Alagamento apresentados por Holz (2010), procedeu-se ao cálculo do ISA/Maceió por setores censitários por meio do somatório ponderado dos indicadores secundários. Os resultados do ISA/Maceió por setor censitário considerando as duas fontes de informação são apresentados na figura 19. O Apêndice B apresenta o mapeamento do ISA/Maceió, com a delimitação por bairros.

**Figura 19 – ISA/Maceió: (a) com dados do IBGE e (b) com dados dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

O resultado numérico obtido do ISA/Maceió geral com dados do IBGE (2010) para a bacia do Riacho Reginaldo foi 77. Esse valor foi obtido por meio da média ponderada do valor do ISA pela área de cada setor censitário. Relacionando esse valor com a tabela proposta de faixas de salubridade para o ISA/Maceió, verifica-se que o resultado encontrado situa-se na faixa de salubridade ambiental moderada. Dessa forma, a salubridade ambiental geral aferida por meio do ISA/Maceió proposto para a bacia do Riacho Reginaldo foi classificada como salubridade moderada.

Cabe ressaltar que esse resultado corresponde à situação geral da salubridade ambiental da bacia estudada. No entanto, há setores censitários que apresentam resultados de salubridade satisfatória e há setores que apresentam resultados de salubridade insatisfatória, conforme poderá ser visualizada na figura 20-a, espacialização do ISA com dados do IBGE.

O mesmo procedimento descrito para obtenção do resultado do ISA com dados do IBGE (2010) foi realizado com os resultados dos indicadores obtidos com os dados dos prestadores de serviço público de saneamento básico da localidade estudada.

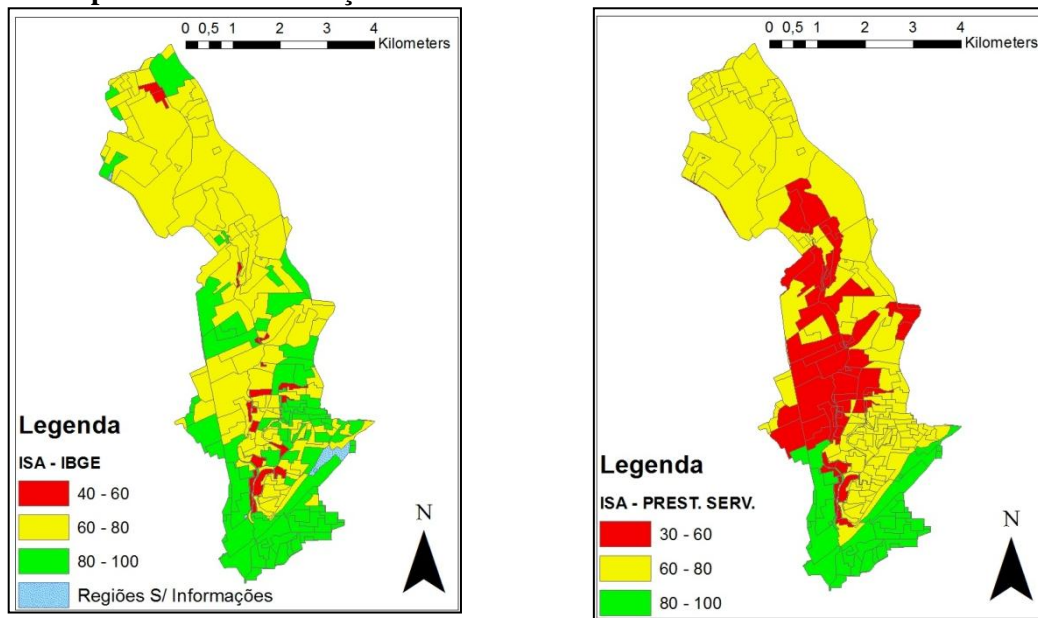
O resultado obtido do ISA/Maceió geral com dados dos prestadores de serviços (CASAL/SLUM) foi 71. Relacionando esse valor nas faixas de salubridade estabelecida para o ISA em estudo, verifica-se que o resultado obtido encontra-se também na faixa de salubridade moderada. No entanto, há setores censitários que se enquadram em outras faixas de salubridade conforme apresenta a figura 20-b.

Na comparação dos resultados obtidos por meio das duas fontes de informação para composição do ISA/Maceió não foi verificada diferenças discrepantes entre os valores obtidos. Os resultados das duas fontes de informação situam o ISA na mesma faixa de valores que correspondem a salubridade moderada para a bacia inteira. No entanto, nesse confronto de resultados há divergências entre o percentual de áreas compreendidas nas faixas de salubridade ambiental que será analisado no tópico seguinte que aborda a espacialização dos resultados por faixas.

Na espacialização do ISA com resultados do IBGE (2010), a figura 20-a, apresenta por faixa classificatória, os valores da salubridade aferida na bacia estudada. Na análise dos resultados verifica-se que as faixas que estão com valores de salubridade insatisfatória (40 a 60) estão localizadas em áreas de ocupação irregular no limite territorial da bacia em estudo. Essas áreas apresentam sérios problemas na prestação dos serviços de: esgotamento sanitário, drenagem urbana e deficiências na coleta de resíduos sólidos. O serviço público de saneamento básico melhor prestado nessas áreas

é o de abastecimento de água. O Apêndice C apresenta o mapeamento do ISA/Maceió, por faixas de salubridade, com a delimitação por bairros.

**Figura 20 – ISA/Maceió por faixas de salubridade: (a) com dados do IBGE e (b) com dados dos prestadores de serviços**



Fonte: Autor, 2013.

(a)

(b)

As áreas de salubridade moderada (60 a 80) correspondem a maior parte da Bacia, sendo que essas áreas apresentam deficiências na prestação do serviço público de esgotamento sanitário por não contarem com a cobertura de rede coletora, e algumas dessas áreas também apresentam problemas de alagamentos críticos. A deficiência na prestação desses dois serviços caracteriza essa parte da bacia analisada como áreas de salubridade moderada.

As áreas de salubridade satisfatória (80 a 100) localizam-se na parte sul da bacia, onde o serviço público de esgotamento sanitário conta com a cobertura de rede coletora, na parte central leste e oeste da Bacia, em áreas na parte norte da Bacia. Nas referidas áreas os bons resultados numéricos apresentados pelos demais indicadores componentes do ISA compensam a carência da rede coletora de esgotamento sanitário.

Na espacialização do ISA com resultado da fonte prestador de serviço (Figura 20-b) está representada por faixa classificatória os valores da salubridade aferida na bacia estudada. Na análise dos resultados verifica-se que as faixas que estão com valores de salubridade insatisfatória (40 a 60) estão localizadas em áreas de: ocupação

irregular, que apresentam sérios problemas na prestação de serviços públicos de saneamento básico e em áreas que apresentam alagamentos críticos.

As áreas de salubridade moderada (60 a 80) correspondem a maior parte da Bacia, sendo que essas áreas apresentam deficiências na prestação do serviço público de esgotamento sanitário por não contarem com a cobertura de rede coletora, essa situação destacada que influenciou na caracterização dessa parte da bacia classificada como áreas de salubridade moderada.

As áreas que apresentam salubridade satisfatória (80 a 100) localizam-se apenas na parte do sul da bacia, onde o serviço público de esgotamento sanitário conta com a cobertura de rede coletora, que se reflete de forma significativa na salubridade da região estudada.

Na comparação dos resultados obtidos por meio das duas fontes de informação para composição do ISA/Maceió verifica-se uma aproximação nos resultados na caracterização das áreas por faixas de salubridade ambiental, principalmente, nas regiões que não contam com a cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário e nas áreas de ocupação irregular.

Nessa comparação dos resultados as divergências ocorrem no enquadramento das áreas nas faixas de salubridade. Na faixa de salubridade insatisfatória do ISA (prestador de serviço) há um maior número de áreas inseridas nessa faixa comparado ao ISA (IBGE), situação que se deve a ausência de rede coletora de esgotamento sanitário e aos alagamentos críticos ocorridos nas regiões abordadas.

No ISA (IBGE) a divergência com o ISA (prestador de serviço) ocorre nas áreas de salubridade satisfatória. No ISA (IBGE) essas áreas de salubridade ambiental são mais significativa, essa situação é por conta dos resultados de indicador de esgotamento sanitário, visto que no ISA (IBGE) é considerado e pontuado outras formas de destinação do esgotamento sanitário a exemplo de fossas rudimentares e fossas sépticas, enquanto no ISA (prestador de serviço) essas formas não são pontuadas. Em vista disso têm-se mais áreas de salubridade satisfatória no ISA (IBGE).

## 5 CONCLUSÃO

A proposição e o mapeamento do Índice de Salubridade Ambiental para a Bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/Al, com a adaptação de metodologias existentes e considerando a base de informações locais, tornou possível a comparação das diversas áreas da bacia do Reginaldo no tocante a prestação dos serviços públicos de saneamento básico e as condições de salubridade ambiental das regiões inseridas na bacia estudada.

O mapeamento dos serviços públicos de saneamento básico na Bacia se deu por meio dos resultados obtidos em relação aos indicadores que caracterizam a forma de prestação desses serviços, que em algumas áreas podem não apresentar aderência com a realidade, em função da incerteza na forma de obtenção dos dados das fontes utilizadas, IBGE e prestadores de serviço de saneamento básico.

Os resultados obtidos para o ISA/Maceió na bacia do Riacho Reginaldo, ainda que apresentem algumas incertezas por conta dos dados de entrada, podem servir de base para a elaboração de um diagnóstico da prestação dos serviços públicos de saneamento básico para toda a área urbana do Município, com vistas ao planejamento da prestação de serviços e auxiliando na escolha de áreas a serem priorizadas nas ações do poder público.

Considerando-se que este trabalho teve em seu percurso metodológico o uso de dados de duas fontes de informações, ressalta-se que há diferenças significativas entre os resultados baseados nas duas fontes, em função da forma de obtenção da informação. Os dados do IBGE contém uma parcela grande de incerteza pela própria compreensão e percepção dos respondentes em relação à informação sobre saneamento básico. Os dados dos prestadores de serviços carecem de cadastros atualizados e detalhados do serviço prestado, de precariedade no registro da informação ou ainda de facilitação ao acesso para consulta.

Na comparação dos indicadores obtidos com as duas fontes de informação (IBGE e prestadores de serviços públicos de saneamento básico), percebe-se uma divergência significativa. Evidentemente esse resultado é decorrente da escolha dos indicadores terciários usados e também da forma de obtenção da informação. Os dados do IBGE consideram informação fornecida pelo usuário, enquanto os dados do prestador de serviço não conseguem detalhar a forma de acesso ao serviço (como o uso por caminhão pipa ou poço mesmo onde há abastecimento público por rede geral). Da

mesma forma, os dados do IBGE não conseguem representar os padrões de qualidade da água monitorados pelo prestador de serviço, no caso do abastecimento de água. Essa divergência mostra a dificuldade em se trabalhar com indicadores que sejam efetivamente representativos da realidade.

Independentemente da fonte (IBGE ou prestadores de serviço), há convergência nos resultados para algumas regiões. Os resultados obtidos apontaram como regiões de salubridade insatisfatória as áreas centrais da bacia, especialmente nos locais de ocupação irregular ou espontânea (vales de rios e grotas). As áreas de salubridade satisfatória apontadas pela ISA com uso das duas fontes de dados foram a parte baixa da bacia, que conta com a presença da cobertura de rede coletora de esgotos sanitários. Destaca-se nesse caso, que mesmo as regiões consideradas satisfatórias apresentam deficiências em diferentes aspectos do saneamento básico e que a consideração de satisfação refere-se ao contexto local/regional, ou seja, um nível satisfatório relativo.

Outra situação apontada pelo ISA é o resultado setorial, ou seja, o diagnóstico da situação de cada componente do saneamento básico por meio de seu indicador específico na bacia estudada. Toma-se como exemplo o resultado do Ies (indicador de esgotamento sanitário) que aponta nas duas fontes de dados usadas a inexistência de cobertura de rede coletora na parte central e alta da bacia em estudo.

O uso das duas fontes de dados foi relevante para o confronto de resultados que, em determinadas localidades, apresentaram divergências em função do tipo de informação disponível. Já em outras localidades da bacia os resultados são similares, como foi o caso das áreas de ocupação irregular, que precisarão de ações mais efetivas do Poder Público para melhorar a qualidade da prestação dos serviços públicos de saneamento básico. A realização das ações de melhoria da prestação dos serviços públicos de saneamento básico incidirá nas condições de salubridade ambiental em todas as áreas da bacia, especialmente nas áreas de ocupação irregular, e, conseqüentemente, resultará em melhor qualidade de vida para a população.

O desenvolvimento deste trabalho apresentou dificuldade na composição do indicador de drenagem urbana em relação às duas fontes trabalhadas, devido à ausência de detalhamento e sistematização de dados da rede de drenagem. Em função dessa situação, foram utilizados os resultados de (2010). Da mesma forma, não foi possível desenvolver adequadamente o indicador terciário de qualidade da água (iqa) em função da falta de acesso à série histórica de monitoramento de qualidade da água na rede junto

ao prestador de serviço. Logo, a melhoria destas informações poderão melhorar a qualidade dos indicadores em representação da bacia.

Destaca-se a possibilidade de inclusão de outros indicadores terciários de acordo com a disponibilidade de dados, tais como a frequência da coleta de resíduos sólidos, dados de qualidade da água distribuída ou dados de saúde pública vinculada ao saneamento básico, que são variáveis relevantes para a composição do índice de salubridade ambiental. A metodologia aqui proposta está sujeita ao aprimoramento com a continuidade de sua aplicação.

O diagnóstico das condições de salubridade ambiental da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo não deve ser encerrado com este trabalho, especialmente considerando que um de seus objetivos foi o de confrontar o uso dos indicadores oficiais usados para avaliar o saneamento básico. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de melhorar a informação sobre os serviços públicos de saneamento básico, seja no que se refere às informações do IBGE, seja no que se refere ao cadastro dos sistemas e ao registro sistemático da prestação dos serviços públicos de saneamento básico no Município.

Finalmente, destaca-se que o estabelecimento dos indicadores utilizados neste trabalho considerou as informações disponíveis e que permite analisar uma condição da bacia em relação ao serviço prestado diretamente. Não foram levantados outros aspectos referentes ao saneamento básico, tais como as questões técnico-institucionais ou de tecnologias utilizadas, o que poderia apresentar um quadro mais completo da questão. Dessa forma, sugere-se que outros trabalhos sejam desenvolvidos para analisar os aspectos dos indicadores que são igualmente relevantes visando ampliar o foco para o saneamento ambiental.



## REFERÊNCIAS

ARAVÉCHIA JÚNIOR, J. C. **Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) para a região Centro-Oeste: Um estudo de caso no Estado de Goiás**. 2010. 134f. (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

ALMEIDA, P. A. Comunicação pessoal. Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió - SLUM. Maceió, 2012.

BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão Para Gestão Urbana Baseado em Indicadores Ambientais**. 2006. 124f. (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. O Modelo ISA/JP – Indicador de Performance Para Diagnóstico do Saneamento Ambiental Urbano. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 11, n. 01, p. 62-71, jan./mar. 2006.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. 2002. 235f (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Indicadores de Saúde Ambiental com Enfoque para a Área de Saneamento, Parte I – Aspectos Conceituais e Metodológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 8, n. 01, p. 13-25, jan./mar. 2003.

BRASIL, **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável**, Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

BRASIL, **Caderno de Saneamento Básico**, Brasília: Ministério das Cidades, 2004.

BRASIL, **Caderno Setorial de Recursos Hídricos: saneamento**, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006.

BRASIL, **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília: DOU, 5 Jan 2007. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>. Acesso em: 03 dez. 2012.

CAPISTRANO NETO, A. Comunicação pessoal – CASAL. Maceió, 2012.

CAVINATO, V. M. **Saneamento Básico: Fonte de Saúde e Bem Estar**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2008.

COSTA, R.J.Z.; COSTA, F.M.; NASCIMENTO, V.A. Construção Social de Indicadores Ambientais para a Gestão de Bacias Hidrográficas. **In: Congresso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, V, 2011**, Santa Fé: Argentina, 2011.

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. 2010 186f.** (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – Minas Gerais, 2010.

DIAS, M. C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo em Salvador, Bahia**. 2003. 157f. (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. revisada – Brasília, 2006.

HELLER, L. **Saneamento e Saúde**. Brasília: Organização Pan Americana, Representação do Brasil, 1997.

HOLZ, J. **Levantamento e Mapeamento do Índice de Risco de Alagamento na Bacia do Riacho Reginaldo**. 2010. 163f. (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

IBAM - Instituto Brasileiro De Administração Municipal. Centro de Estudos e Pesquisas urbanas do IBAM. **Cartilha de Limpeza Pública**. Rio de Janeiro, 1991.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações do Censo Demográfico 2010a: **Resultados do Universo por Setor Censitário**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2010>>. Acesso em: 10 out. 2011.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações do Censo Demográfico 2010b: **Características Gerais dos Domicílios**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2010>>. Acesso em: 10 out. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais: Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010**. Rio de Janeiro, 2010c. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicais2010>>. Acesso em: 10 out.2011.

KOLSKY, P.; BUTLER, D. Performance Indicators For Urban Storm Drainage in Developing Countries. **Urban Water**, v. 4, p. 137-144, 2002.

MAGALHAES JÚNIOR, A.P.; NETTO, O. M. C.; NASCIMENTO, N. O. Os Indicadores com Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual contexto Legal-Institucional do Brasil – Resultados de um Painel de Especialistas. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 08, n. 04, p. 49-67, out./dez. 2003.

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, João Pessoa, 2001. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2001. 1 CD-ROM.

NAHAS, M. I. P. Indicadores Intra-urbanos como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades: discussões metodológicas. In: **Governo do Estado do Paraná projeto Governança Democrática**. Curitiba, 2005.

NEVES, M. G. F. P. das; SOUZA, V. C. B. de; PEPLAU, G. R.; SILVA JÚNIOR, R. I. da; PEDROSA, H. T. S.; CAVALCANTE, R. B. L. Características da bacia do riacho Reginaldo em Maceió-AL e suas implicações no escoamento superficial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

NEVES, M. G. F. P. das. **Caracterização de uma bacia hidrográfica urbana como suporte para o gerenciamento integrado**. 2005. 14f. Projeto de pesquisa (Programa de Desenvolvimento Científico Regional) - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, Maceió, 2005.

OLIVEIRA, C. L. **Adaptação do ISA, Indicador de Salubridade Ambiental, ao Município de Toledo**. 2003. 135f. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/26-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-acesso-a-saneamento-adequado/>>. Acesso em: 10 out. 2012.

PEDROSA, H. F. S. **Avaliação do Impacto da Aplicação das diretrizes do plano Diretor de Maceió, sobre o Escoamento Superficial na Bacia do Riacho Reginaldo.** 2008. 85f. (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

PIMENTEL, I. M. C. **Avaliação Quali Quantitativa do Riacho Reginaldo e seus Afluentes.** 2009. 158f. (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

PORTO, R. et al. Drenagem Urbana. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 2 ed. Porto Alegre: ABRH, 1997.

SALLES, M. P. M. **Diagnóstico e Avaliação por Indicadores e Índices dos Serviços de Limpeza Urbana no Estado de Mato Grosso do Sul.** 2003. 256f. (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2003.

SANTOS, R. M. **A utilização do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA como Ferramenta de Planejamento Aplicado a Cidade de Aquidauana/MS.** 2008. 164f. (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.

SÃO PAULO, Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo: **Indicador de Salubridade Ambiental, ISA.** Manual de Orientação Técnica, impresso e editado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). São Paulo, 1999.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, H.; ROMERO, A. Índices Versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de Países. **Revista Ambiente e Sociedade.** Campinas, V, X, n. 02, p. 139-148, jul.-dez. 2007.

SILVA, J.D.N. **Urbanização e Saúde em Maceió, AL: O Caso dos Bairros Vergel do Lago, Jacintinho e Benedito Bentes.** 2011. 132f. (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SILVA, J. R. Comunicação pessoal. CASAL, Maceió, 2012.

SILVA JÚNIOR, R. I. **Evolução da Urbanização e Seu Efeito no escoamento Superficial na Bacia do Reginaldo, Maceió/AL.** 2009. 89f. (Mestrado em Recursos Hídrico e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Esgotamento Sanitário no Brasil e sua relação com a Saúde Pública**. Salvador: NURENE – ReCESA, 2008.

SOUZA, M. C. C. **Análise das Condições de Salubridade Ambiental Intra Urbana em Santa Rita – PB**. 2010. 88f. (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SOUZA, V. C. B. ; MORAES, L. R. S. ; BORJA, P. C. Contribuição para a definição de déficit em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. **In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO DA ASSEMAE, XVI, 2012, Maringá. Anais...** Brasília: ASSEMAE, 2012. 1 pendrive.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Características dos setores censitários da área estudada

Nº	CODIGO DO SETOR	BAIRRO	POPULAÇÃO (hab)	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1	270.430.205.090.067	Petrópolis (Tabuleiro)	1511	110,26
2	70.430.205.080.044	Pinheiro	756	12,66
3	270.430.205.070.002	Centro	509	64,06
4	270.430.205.080.042	Pinheiro	1078	7,97
5	270.430.205.080.040	Farol	1044	41,74
6	270.430.205.080.045	Pinheiro	1177	11,52
7	270.430.205.080.049	Pinheiro	1038	10,88
8	270.430.205.080.046	Pinheiro	979	4,75
9	270.430.205.080.057	Pinheiro	966	20,32
10	270.430.205.080.056	Pinheiro	778	14,11
11	270.430.205.080.005	Gruta de Lourdes	1213	98,73
12	270.430.205.080.064	Canaã	1026	27,12
13	270.430.205.120.139	Tab. dos Martins	944	45,06
14	270.430.205.120.140	Santa Lúcia	1518	22,82
15	270.430.205.120.143	Santa Lúcia	1429	16,14
16	270.430.205.120.152	Santa Lúcia	1043	14
17	270.430.205.080.066	Jardim Petrópolis	1636	133,57
18	270.430.205.120.164	Santa Lúcia	903	87,27
19	270.430.205.120.141	Santa Lúcia	0	1,01
20	270.430.205.120.153	Santa Lúcia	1214	6,11
21	270.430.205.120.142	Santa Lúcia	0	0,18
22	270.430.205.110.001	Antares	1499	91,07
23	270.430.205.080.068	Jardim Petrópolis	779	51,26
24	270.430.205.120.162	Santa Lúcia	1286	107,65
25	270.430.205.080.067	Jardim Petrópolis	571	1,18
26	270.430.205.120.157	Santa Lúcia	593	4,64
27	270.430.205.120.155	Santa Lúcia	1331	7,44
28	270.430.205.120.151	Santa Lúcia	961	7,46
29	270.430.205.120.150	Santa Lúcia	981	8,88
30	270.430.205.120.154	Santa Lúcia	1360	11,7
31	270.430.205.120.102	Tab. dos Martins	1145	7,35
32	270.430.205.120.156	Santa Lúcia	885	4,83
33	270.430.205.120.103	Tab. Dos Martins	1048	4,09
34	270.430.205.120.096	Tab. Dos Martins	888	14,73
35	270.430.205.120.163	Santa Lúcia	743	7,79
36	270.430.205.120.161	Santa Lúcia	782	6,49
37	270.430.205.110.005	Antares	702	7,64
38	270.430.205.110.011	Antares	886	20,18
39	270.430.205.110.013	Antares	776	54,37
40	270.430.205.120.160	Santa Lúcia	699	7,31
41	270.430.205.120.158	Santa Lúcia	846	7,94
42	270.430.205.120.159	Santa Lúcia	853	11,25
43	270.430.205.110.012	Antares	1229	56
44	270.430.205.110.014	Antares	1312	25,30

Nº	CODIGO DO SETOR	BAIRRO	POPULAÇÃO (hab)	ÁREA (km <sup>2</sup> )
45	270.430.205.080.007	Gruta de Lourdes	585	15,48
46	270.430.205.100.070	Jacintinho	1295	6,38
47	270.430.205.100.116	Feitosa	990	11,43
48	270.430.205.060.043	Poço	1188	6,7
49	270.430.205.060.040	Poço	859	1,29
50	270.430.205.080.026	Farol	1381	37,91
51	270.430.205.070.003	Centro	992	37,94
52	270.430.205.080.027	Farol	844	21,35
53	270.430.205.080.024	Farol	1237	20,72
54	270.430.205.060.038	Jaraguá	998	21,04
55	270.430.205.060.039	Poço	1013	11,43
56	270.430.205.060.041	Poço	1047	14,67
57	270.430.205.060.042	Poço	1035	23,32
58	270.430.205.080.023	Farol	862	24,49
59	270.430.205.080.031	Farol	470	13,60
60	270.430.205.080.028	Farol	836	20,37
61	270.430.205.080.034	Farol	1145	29,34
62	270.430.205.080.019	Farol	1181	23,69
63	270.430.205.080.022	Farol	665	5,11
64	270.430.205.080.025	Farol	0	0,45
65	270.430.205.100.110	Jacintinho	920	9,67
66	270.430.205.100.111	Jacintinho	1264	3,68
67	270.430.205.100.112	Jacintinho	1002	1,85
68	270.430.205.100.113	Jacintinho	371	4,59
69	270.430.205.100.117	Feitosa	1869	9,48
70	270.430.205.080.020	Farol	370	4,47
71	270.430.205.100.114	Jacintinho	756	9,69
72	270.430.205.100.115	Jacintinho	693	5,44
73	270.430.205.100.119	Feitosa	865	5,44
74	270.430.205.060.049	Poço	908	10,20
75	270.430.205.060.047	Poço	449	3,49
76	270.430.205.060.046	Poço	1154	11,07
77	270.430.205.060.044	Poço	971	9,14
78	270.430.205.060.045	Poço	1213	23,66
79	270.430.205.060.048	Poço	996	6,31
80	270.430.205.060.053	Poço	869	9,79
81	270.430.205.060.054	Poço	1371	6,74
82	270.430.205.100.100	Jacintinho	1282	4,54
83	270.430.205.100.107	Jacintinho	802	8,42
84	270.430.205.100.108	Jacintinho	848	6,29
85	270.430.205.100.109	Jacintinho	675	11,31
86	270.430.205.060.103	Jacintinho	984	37,59
87	270.430.205.100.103	Jacintinho	1262	4,18
88	270.430.205.100.104	Jacintinho	1217	3,18
89	270.430.205.100.106	Jacintinho	1048	3,5
90	270.430.205.100.099	Jacintinho	1555	7,99
91	270.430.205.060.064	Jatiúca	1197	4,96
92	270.430.205.060.050	Poço	1072	9,26
93	270.430.205.060.063	Jatiúca	1234	8,91
94	270.430.205.060.051	Poço	929	8,87

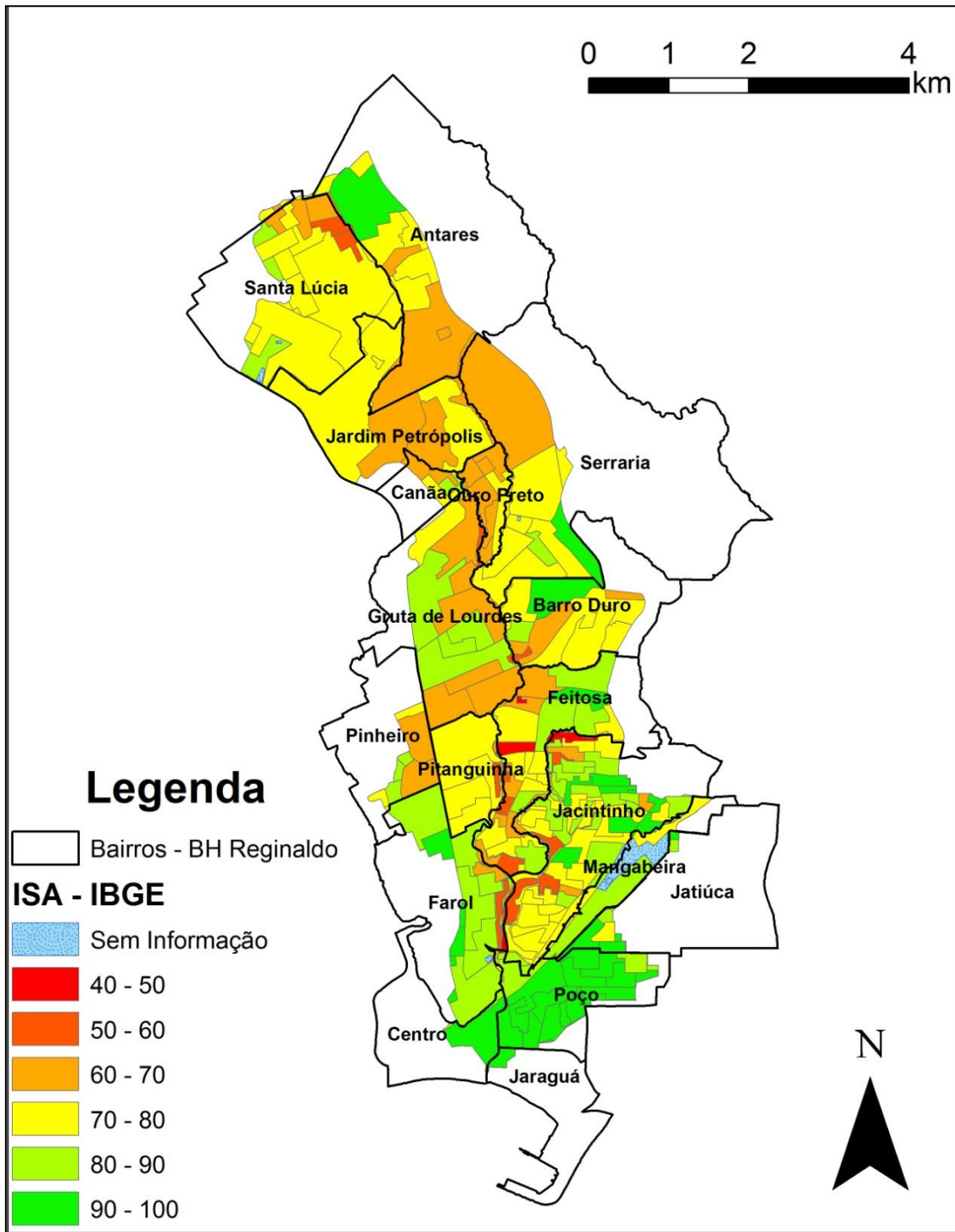
Nº	CODIGO DO SETOR	BAIRRO	POPULAÇÃO (hab)	ÁREA (km²)
95	270.430.205.100.101	Jacintinho	929	2,51
96	270.430.205.100.105	Jacintinho	420	2,11
97	270.430.205.100.102	Jacintinho	1085	3,42
98	270.430.205.100.096	Jacintinho	672	16,17
99	270.430.205.100.097	Jacintinho	1010	6,87
100	270.430.205.100.008	Barro Duro	403	1,68
101	270.430.205.100.129	Feitosa	1074	5,69
102	270.430.205.080.018	Pitanguinha	1235	12,57
103	270.430.205.080.016	Pitanguinha	629	17,98
104	270.430.205.080.047	Pinheiro	874	15,94
105	270.430.205.080.014	Pitanguinha	450	54,56
106	270.430.205.100.126	Feitosa	950	8,02
107	270.430.205.100.120	Feitosa	1313	6,35
108	270.430.205.100.118	Feitosa	668	4,63
109	270.430.205.100.121	Feitosa	886	6,01
110	270.430.205.080.015	Pitanguinha	969	2,79
111	270.430.205.080.017	Pitanguinha	1286	10,47
112	270.430.205.100.124	Feitosa	807	5,86
113	270.430.205.100.127	Feitosa	769	3,20
114	270.430.205.100.128	Feitosa	302	1,21
115	270.430.205.080.012	Gruta de Lourdes	1121	24,82
116	270.430.205.080.013	Gruta de Lourdes	1136	23,79
117	270.430.205.080.048	Pinheiro	961	18,76
118	270.430.205.080.009	Gruta de Lourdes	634	2,65
119	270.430.205.080.011	Gruta de Lourdes	638	12,55
120	270.430.205.080.008	Gruta de Lourdes	1126	9,07
121	270.430.205.100.136	Feitosa	657	0,48
122	270.430.205.100.134	Feitosa	1302	21,24
123	270.430.205.100.130	Feitosa	220	1,17
124	270.430.205.100.133	Feitosa	1156	6,56
125	270.430.205.100.135	Feitosa	824	6,08
126	270.430.205.100.007	Barro duro	1357	22,31
127	270.430.205.080.010	Gruta de Lourdes	191	0,82
128	270.430.205.100.125	Feitosa	957	4,32
129	270.430.205.100.056	Jacintinho	1336	5,45
130	270.430.205.100.122	Feitosa	925	3,06
131	270.430.205.100.061	Jacintinho	689	5,7
132	270.430.205.100.060	Jacintinho	577	4,04
133	270.430.205.100.058	Jacintinho	898	4,56
134	270.430.205.100.062	Jacintinho	1000	4,94
135	270.430.205.100.059	Jacintinho	526	1,62
136	270.430.205.100.123	Feitosa	1385	1,58
137	270.430.205.100.057	Jacintinho	1287	6,90
138	270.430.205.100.066	Jacintinho	1215	3,06
139	270.430.205.100.095	Jacintinho	635	12,04
140	270.430.205.100.098	Jacintinho	1365	6,25
141	270.430.205.100.065	Jacintinho	1031	2,71
142	270.430.205.100.063	Jacintinho	486	2,22
143	270.430.205.100.064	Jacintinho	1061	4,18
144	270.430.205.100.094	Jacintinho	459	2,57

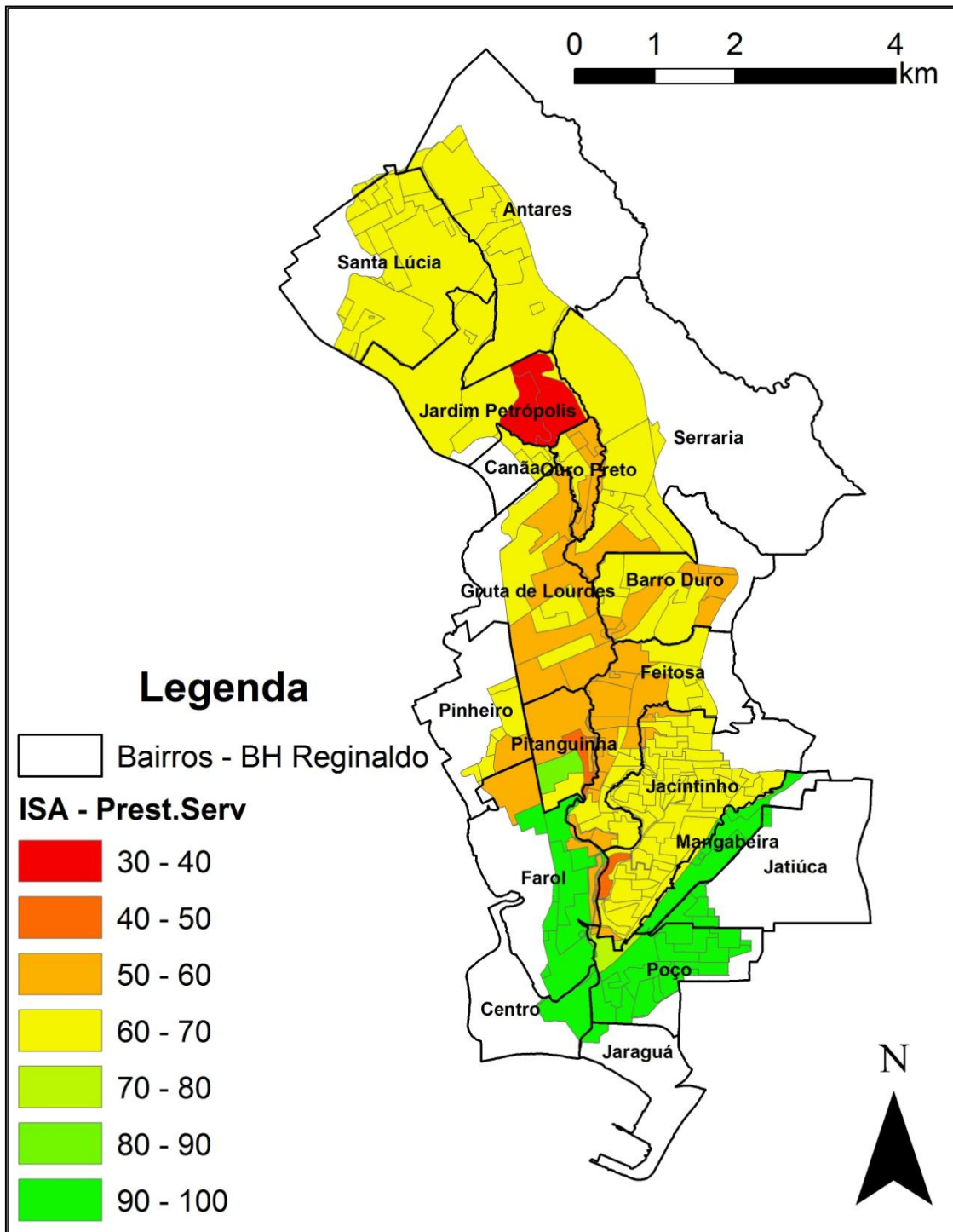


Nº	CODIGO DO SETOR	BAIRRO	POPULAÇÃO (hab)	ÁREA (km²)
145	270.430.205.100.055	Jacintinho	650	0,54
146	270.430.205.100.053	Jacintinho	957	4,79
147	270.430.205.100.054	Jacintinho	561	0,58
148	270.430.205.100.052	Jacintinho	1350	3,8
149	270.430.205.100.067	Jacintinho	1341	4,7
150	270.430.205.100.132	Feitosa	366	1,75
151	270.430.205.100.138	Feitosa	1456	21,06
152	270.430.205.100.131	Feitosa	366	4,30
153	270.430.205.100.139	Feitosa	556	5,66
154	270.430.205.100.137	Feitosa	402	0,77
155	270.430.205.100.140	Feitosa	1230	15,46
156	270.430.205.100.006	Barro Duro	1273	22,70
157	270.430.205.100.045	Jacintinho	240	1,24
158	270.430.205.100.051	Jacintinho	1122	5,89
159	270.430.205.100.050	Jacintinho	471	1,07
160	270.430.205.100.049	Jacintinho	475	2,44
161	270.430.205.100.047	Jacintinho	1504	5,31
162	270.430.205.100.048	Jacintinho	1120	5,06
163	270.430.205.100.042	Jacintinho	1159	8,89
164	270.430.205.100.044	Jacintinho	1350	4,17
165	270.430.205.100.141	Feitosa	782	34,76
166	270.430.205.100.046	Jacintinho	2021	5,20
167	270.430.205.100.142	Feitosa	884	10,83
168	270.430.205.100.143	Feitosa	1135	13,52
169	270.430.205.100.005	Barro Duro	1518	28,37
170	270.430.205.060.105	Mangabeiras	0	0,48
171	270.430.205.060.057	Poço	985	6,31
172	270.430.205.060.052	Poço	998	7,76
173	270.430.205.060.058	Poço	900	6,42
174	270.430.205.060.056	Poço	1109	6,87
175	270.430.205.060.067	Jatiúca	1223	6,65
176	270.430.205.060.062	Jatiúca	1018	4,14
177	270.430.205.060.060	Jatiúca	1285	6,40
178	270.430.205.060.104	Mangabeiras	0	18,86
179	270.430.205.060.065	Jatiúca	771	3,90
180	270.430.205.060.099	Jatiúca	710	6,20
181	270.430.205.100.090	Jacintinho	234	2,4
182	270.430.205.100.088	Jacintinho	1084	2,07
183	270.430.205.100.093	Jacintinho	463	4,7
184	270.430.205.100.092	Jacintinho	895	6,28
185	270.430.205.100.089	Jacintinho	1244	3,43
186	270.430.205.100.068	Jacintinho	1415	3,72
187	270.430.205.100.069	Jacintinho	1250	3,66
188	270.430.205.100.087	Jacintinho	248	2,43
189	270.430.205.100.071	Jacintinho	992	5,54
190	270.430.205.100.082	Jacintinho	600	1,45
191	270.430.205.100.083	Jacintinho	952	7,51
192	270.430.205.060.106	Mangabeiras	1092	19,41
193	270.430.205.100.091	Jacintinho	554	5,36
194	270.430.205.060.098	Mangabeiras	662	8,23

Nº	CODIGO DO SETOR	BAIRRO	POPULAÇÃO (hab)	ÁREA (km <sup>2</sup> )
195	270.430.205.100.084	Jacintinho	1111	3,92
196	270.430.205.100.085	Jacintinho	754	3,38
197	270.430.205.100.086	Jacintinho	1796	2,73
198	270.430.205.100.081	Jacintinho	1107	4,42
199	270.430.205.100.043	Jacintinho	1122	8,35
200	270.430.205.100.144	Feitosa	1282	7,62
201	270.430.205.100.002	Barro Duro	769	8,81
202	270.430.205.130.001	Cruz Das Almas	984	15,26
203	270.430.205.110.004	Antares	481	14,29
204	270.430.205.100.010	Barro Duro	539	17,24
205	270.430.205.080.072	Ouro Preto	903	10,41
206	270.430.205.080.003	Gruta de Lourdes	95	8,55
207	270.430.205.080.006	Gruta de Lourdes	936	31,24
208	270.430.205.080.001	Gruta de Lourdes	911	27,69
209	270.430.205.080.062	Canaã	769	21,81
210	270.430.205.080.002	Gruta de Lourdes	1311	30,52
211	270.430.205.100.017	Serraria	1398	16,5
212	270.430.205.100.016	Serraria	1063	30,03
213	270.430.205.080.074	Ouro Preto	410	3,19
214	270.430.205.080.004	Gruta de Lourdes	650	2,58
215	270.430.205.080.077	Ouro Preto	1214	16,58
216	270.430.205.080.073	Ouro Preto	641	5,77
217	270.430.205.080.065	Canaã	583	4,62
218	270.430.205.080.069	Jardim Petrópolis	846	29,65
219	270.430.205.080.063	Canaã	707	9,10
220	270.430.205.080.070	Ouro Preto	1249	43,42
221	270.430.205.110.003	Antares	909	15,59
222	270.430.205.110.002	Antares	952	1,82
223	270.430.205.080.075	Ouro Preto	712	2,94
224	270.430.205.080.071	Ouro Preto	903	5,95
225	270.430.205.080.076	Ouro Preto	1468	9,55
226	270.430.205.100.020	Serraria	1598	122
227	270.430.205.100.018	Serraria	0	0,19
228	270.430.205.100.013	Serraria	1006	18,82
229	270.430.205.100.011	Barro Duro	1064	27,94
230	270.430.205.100.009	Barro Duro	814	7,10
231	270.430.205.100.019	Serraria	1631	45,47
232	270.430.205.100.015	Serraria	695	5,29
233	270.430.205.100.014	Serraria	841	7,11
234	270.430.205.100.012	Serraria	461	30,02
235	270.430.205.100.003	Barro Duro	696	16,52
236	270.430.205.100.004	Barro Duro	1193	28,23
237	270.430.205.100.033	Serraria	822	112,9
238	270.430.205.110.010	Barro Duro	539	9,18

APÊNDICE B – Mapeamento do ISA/Maceió, com a delimitação por bairros.





APÊNDICE C - Mapeamento do ISA/Maceió, por faixas de salubridade, com a delimitação por bairros.

