

INCERTEZAS NA REPRESENTAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL ATRAVÉS DE INDICADORES OBTIDOS COM BASE EM DIFERENTES FONTES DE INFORMAÇÃO. ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ, ALAGOAS

UNCERTAINTIES ON ENVIRONMENTAL HEALTH INDICATORS BASED ON DIFFERENT INFORMATION SOURCES. CASE STUDY: REGINALDO CREEK CATCHMENT IN MACEIÓ, ALAGOAS

José Aparecido da Silva Gama

Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Alagoas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas / IF-AL. (aparecido.gama@ifal.edu.br)

Geiza Thamirys Correia Gomes

Estudante de Engenharia Civil no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. (geyzacorreia@hotmail.com)

Vladimir Caramori Borges de Souza

Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. (vcaramori@yahoo.com)

Resumo

Indicadores têm sido utilizados para representar a qualidade e abrangência na prestação de serviços de saneamento básico. Entretanto, diferentes fontes de informação abordam de forma distinta cada um dos componentes do saneamento. O IBGE, por exemplo, mostra como os usuários acessam (ou usam) determinado serviço, enquanto o prestador do serviço traz sua abrangência e disponibilidade. Assim, a disponibilidade de determinado serviço de saneamento (abastecimento de água, por exemplo) não garante que todos os usuários fazem uso (ou se beneficiam) dele e da mesma forma. Com este trabalho, apresenta-se uma metodologia para composição de um Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/Maceió), considerando informações relacionadas à prestação de serviços de saneamento básico provenientes de duas fontes: IBGE (censo 2010) e prestadores municipais de serviços de saneamento. O trabalho resultou em: (i) adaptação de metodologias existentes de cálculo do ISA, considerando informações locais disponíveis; (ii) a composição e (iii) o mapeamento do ISA. A metodologia foi aplicada em estudo de caso na bacia do riacho Reginaldo em Maceió/AL, e os resultados mostraram que a fonte de informação utilizada pode gerar distorções importantes de interpretação do ISA. De maneira geral, a bacia estudada apresenta grande variação nas condições de salubridade ambiental, com setores censitários variando de condição de salubridade muito baixa a alta, considerando a realidade local.

Palavras-chave: Índice de Salubridade Ambiental, ISA, salubridade ambiental, saneamento básico.

Abstract

Indicators have been used to represent the quality and scope of the basic sanitation services. However, different sources of information addresses differently each of the sanitation components (water supply, sanitation, garbage and urban drainage). The Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), for example, shows how users access (or use) a particular service, while the service provider data shows the network coverage and the service availability. Thus, the availability of a certain sanitation services (water supply, for example) does not guarantee that all users make use of it (or have benefit from it) and also that the uses for all users are likewise. This paper presents a methodology for the composition of an Sanitation

Quality Index (ISA/Maceió) considering data related to the provision of sanitation services from two data sources: IBGE (2010 census) and local providers of sanitation services. The main goals were: (i) the adaptation of existing methodologies, considering available local information; (ii) the composition and (iii) the ISA mapping. Reginaldo creek basin in Maceió/Alagoas was used as a case study and the results showed that different data source can generate significant distortions on interpreting ISA. In general, the studied area has a wide variation in sanitation quality conditions, with census tracts ranging from very low to high sanitation quality condition, considering the local reality.

Keywords: Sanitation Quality Index, ISA, Sanitation Quality, sanitation.

INTRODUÇÃO

O alto *deficit* de infraestrutura de saneamento básico nas cidades brasileiras conduziu a uma realidade cujas demandas são tratadas em situações emergenciais, e as decisões para a implantação de ações visando atender a essas demandas nem sempre levam em consideração critérios de priorização (TEIXEIRA; HELLER, 2001). Os autores enfatizam que as decisões para a priorização de investimentos no setor de saneamento deveriam considerar três questões – onde investir, em que investir e quando investir –, e devem ser fortalecidas e tomadas em bases racionais, com referência em indicadores que representem a realidade local.

Entretanto, verifica-se que as informações necessárias para auxiliar na tomada de decisões, com estabelecimento de ordem de priorização de intervenções e investimentos em saneamento básico, nem sempre estão disponíveis ou sistematizadas, conforme destacado por Silva *et al.* (2008).

De acordo com Aravéchia Júnior (2010), várias iniciativas de sistematização da informação surgiram, especialmente a partir dos anos 1980, com o objetivo de guiar a tomada de decisões. Tais iniciativas, baseadas na construção de índices e indicadores, 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. Segundo o autor, o surgimento dos indicadores como instrumento de compreensão da realidade ocorre por volta de 1947, sendo iniciados pelos indicadores sociais, responsáveis

pelo aparecimento de outras categorias de indicadores. Entre as categorias que surgiram e, mais tarde, se destacaram, estão os Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA), objeto de discussão deste trabalho.

Conforme Shields *et al.* (2002), os indicadores são modelos simplificados da realidade, capazes de facilitar a compreensão de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações à linguagem dos tomadores de decisões. Os índices representam o valor final agregado de todo o procedimento de agregação numérica de informações ou indicadores, sendo úteis na avaliação de prioridades; lacuna esta destacada por Teixeira e Heller (2001).

Na construção e elaboração de indicadores, Kolsky e Butler (2002) destacam que a própria descrição da realidade depende de como esta é percebida e representada em nível local e regional. Isso significa que a forma de obtenção da informação de base é um dos fatores relevantes para que os indicadores tenham efetiva aderência com a realidade representada. Os autores citam como exemplo os indicadores para representação dos sistemas de drenagem, destacando que estes dependem fortemente dos objetivos de tal sistema no contexto local e dos próprios conceitos de eficiência.

No Brasil, a experiência pioneira no desenvolvimento e aplicação de Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/SP) foi apresentada por São Paulo (1999) e teve como objetivo avaliar as condições de salubridade ambiental nesse Estado em âmbito municipal.

Esta experiência permitiu a adaptação e replicação para outros municípios e realidades do país. Montenegro *et al.* (2001), por exemplo, apresentaram a formulação do Índice de Salubridade Ambiental de Belo Horizonte (ISA/BH), que teve o objetivo de fornecer suporte para a elaboração e implementação do Plano Municipal de Saneamento (PMS). No caso do ISA/BH, sua formulação inicial e ponderação dos indicadores primários passam por ajustes periódicos, conforme apresentado no PMS (BELO HORIZONTE, 2013), com o objetivo de melhorar a representação da realidade local (inclusão de novos indicadores primários, ajustes nos pesos, melhoria na resolução espacial de representação, entre outros). Dias *et al.* (2004) apresentam metodologia e formulação para avaliação da salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea (ISA/OE), com aplicação na cidade de Salvador. Para João Pessoa, Batista e Silva (2006) fizeram a adaptação metodológica e de formulação para elaboração do ISA/JP, com o objetivo de gerar informações para contribuir na gestão das áreas urbanas do município.

No desenvolvimento e composição dos ISAs citados, foram consideradas características locais e a disponibilidade de informações para composição dos indicadores. Outro ponto que deve ser salientado refere-se ao fato de que as experiências de ISA desenvolvidas no país tiveram como objetivo gerar informações com vistas a servirem de instrumento adequado para subsidiar os processos decisórios referentes às ações de investimento na prestação dos serviços públicos de saneamento.

Com base nas metodologias de Índices de Salubridade Ambiental acima apresentadas, e considerando a disponibilidade de informações em nível local, neste trabalho têm-se dois objetivos: (i) adaptar a metodologia do ISA à realidade local, considerando a informação disponível, com estudo de caso na cidade de Maceió (ISA/Maceió), e (ii) avaliar as diferenças de representação em indicadores, levando em conta a mesma informação, provenientes de diferentes

fontes oficiais (no caso, dados do IBGE e dos prestadores municipais dos serviços de saneamento básico).

Esses objetivos atendem a dois aspectos destacados na literatura como relevantes no tratamento de indicadores: (i) definir critérios objetivos para priorização de ações em saneamento, considerando nível local/regional, conforme Teixeira e Heller (2001); e (ii) definir indicadores considerando relevância local, tanto no que se refere à informação disponível (quantidade e qualidade dos dados) quanto no que diz respeito à percepção da realidade (uso dos dados provenientes de diferentes fontes oficiais), conforme Kolsky e Butler (2002). Assim, foram avaliadas as diferenças que podem resultar da forma e da qualidade da informação original disponível (incertezas e subjetividades nos indicadores primários e nos índices), considerando dados provenientes de duas fontes de informação: (i) censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010) e (ii) registro oficial (prestador do serviço e/ou instituição municipal responsável), conforme Gama (2013).

METODOLOGIA

O Índice de Salubridade Ambiental proposto para a Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL (ISA/Maceió), mostrada na Figura 1, foi composto com o uso de duas fontes de informação: dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010) por setores censitários e dados dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico na cidade de Maceió/AL.

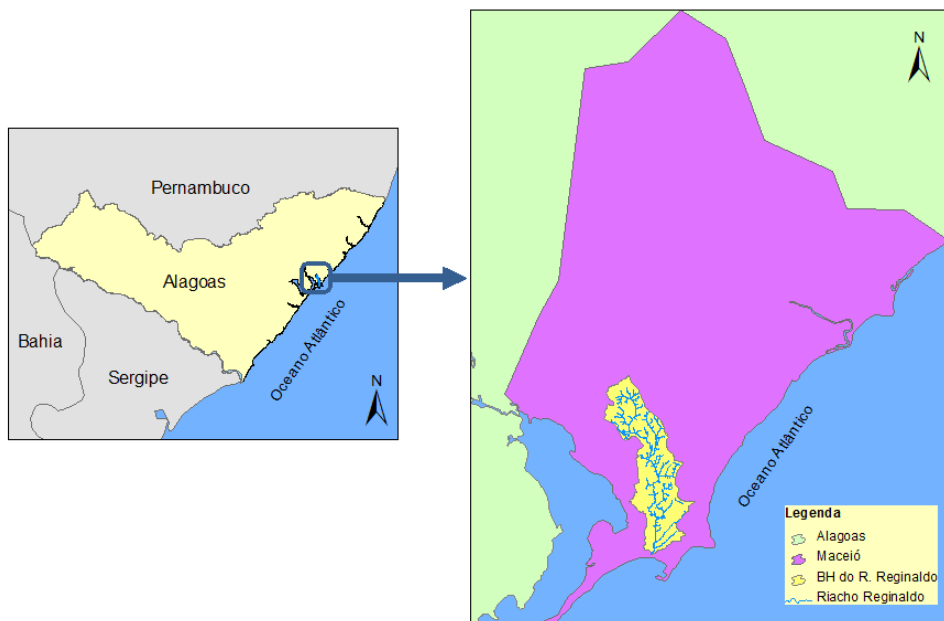
A formulação do ISA/Maceió usou a base das metodologias citadas nesse trabalho (ISA/BH, ISA/SP, ISA/JP e ISA/OE), sendo tal indicador expresso pela média ponderada de indicadores específicos (componentes do saneamento básico), com avaliação de atributos qualitativos e quantitativos. Sua composição é dada pela Equação (1), sendo que os indicadores secundários específicos estão descritos adiante. Conforme a metodologia, o ISA/Maceió varia entre 0 e 100.

$$ISA/Maceió = p_1 \cdot lab + p_2 \cdot les + p_3 \cdot lcr + p_4 \cdot ldu(1)$$

onde lab, les, lcr e ldu são os indicadores secundários específicos, definidos como:

- lab = Indicador Secundário de Abastecimento de Água, com peso $p_1=30$;
- les = Indicador Secundário de Esgotamento Sanitário, com peso $p_2=30$;
- lcr = Indicador Secundário de Coleta de Resíduos Sólidos, com peso $p_3=20$;
- ldu = Indicador Secundário de Drenagem Urbana, com peso $p_4=20$.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo



Fonte: Holz, 2010.

Deve-se observar que, no contexto local/regional, todos os serviços de saneamento básico apresentam deficiências importantes, seja no que se refere à abrangência, seja no que se refere à qualidade, com grande variação entre as áreas de diferentes padrões socioeconômicos. Assim, os pesos adotados para os indicadores têm pequena variação, sendo que o lab e o les foram considerados os mais relevantes para representar a salubridade.

Cada indicador secundário é obtido por formulação específica, com a utilização de indicadores terciários, cujos resultados mostram uma pontuação a ser recebida. No Quadro 1 e no Quadro 2, são listados os indicadores secundários e, de forma

sinéctica, os indicadores terciários, sua formulação e seus objetivos com base nas duas fontes de informações.

Os valores de cada indicador terciário foram calculados a partir da quantificação de domicílios atendidos por determinado serviço em relação ao número total de domicílios da área analisada (no caso, os setores censitários), conforme equação 2.

$$Ix = 100 \frac{Da}{Dt} (2)$$

onde: Ix é o indicador terciário (%), conforme Quadro 2 e Quadro 3; Da é o número de domicílios atendidos pelo serviço, conforme a forma de prestação; Dt é o número de domicílios totais na área analisada.

Quadro 1 – Formulação dos indicadores secundários e síntese dos indicadores terciários com base nos dados do Censo 2010 (IBGE, 2010)

Indicadores secundários	Indicadores terciários (variáveis)	Finalidades
Indicador de abastecimento de água: $lab = lrg(100) + lpo(50) + lof(20)$	lrg – Indicador de abastecimento de água por rede geral	Quantificar os domicílios com abastecimento de água por rede geral, por poços e por outras fontes
	lpo – Indicador de abastecimento de água por poços	
	lof – Indicador de abastecimento de água por outras fontes	
Indicador de esgotamento sanitário: $les = lrc(100) + lfs(80) + lfr(20)$	lrc – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em rede coletora	Quantificar os domicílios com destinação dos esgotos sanitários em rede coletora, em fossa séptica e em fossa rudimentar
	lfs – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa séptica	
	lfr – Indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar	
Indicador de coleta de resíduos sólidos: $lcr = lcc(100) + lce(50)$	lcc – Indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor e por caçamba estacionária
	lce – Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	
ldu – 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 Índice de Risco de Alagamentos, proposto por Holz (2010)	Quantificar áreas que não apresentam alagamentos que atingem o interior dos domicílios (definido como alagamento crítico por Holz, 2010)

Nota: o número entre parênteses na formulação representa o valor atribuído a cada indicador terciário. Considerando que esta é uma condição excludente (para o lab, por exemplo, se há rede geral, não há outra forma de abastecimento), o valor 100 representa a melhor alternativa e o valor 0 (zero) a pior condição entre as formas encontradas para cada serviço de saneamento básico na bacia.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 2 – Formulação dos indicadores secundários e síntese dos indicadores terciários com base nos dados dos prestadores de serviços

Indicadores secundários	Indicadores terciários (variáveis)	Finalidades
Indicador de abastecimento de água: $lab = (lca + lqa) / 2$	lca – Indicador de cobertura de água	Quantificar os domicílios com cobertura de abastecimento de água por rede geral e a qualidade da água distribuída na rede geral
	lqa – Indicador de qualidade da água	
Indicador de esgotamento sanitário: $les = lrc(100) + lsc(0)$	lrc – Indicador para áreas com cobertura de rede coletora	Quantificar os domicílios atendidos com cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário e sem cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário
	lsc – Indicador para áreas sem cobertura de rede coletora	
Indicador de coleta de resíduos sólidos: $lcr = lcc(100) + lce(50)$	lcc – Indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor	Quantificar os domicílios com cobertura de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor e por caçamba estacionária
	lce – Indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	
Indicador de drenagem urbana: ldu	Adotou-se o mesmo procedimento realizado para o ldu com dados do censo demográfico	Quantificar áreas que não apresentam alagamentos que atingem o interior dos domicílios (definido como alagamento crítico por Holz, 2010)

Nota: o número entre parênteses na formulação representa o valor atribuído a cada indicador terciário. Considerando que esta é uma condição excludente (para o lab, por exemplo, se há rede geral, não há outra forma de abastecimento), o valor 100 representa a melhor alternativa e o valor 0 (zero) a pior condição entre as formas encontradas para cada serviço de saneamento básico na bacia.

Fonte: elaboração própria.

Uma vez que a metodologia foi aplicada na escala espacial de setor censitário, após o cálculo de cada indicador secundário e do indicador principal, o ISA/Maceió, foram gerados mapas por faixa de valores indicando, qualitativamente, a situação da região estudada em relação a cada componente do saneamento básico. A base de informação espacial para mapeamento utilizou os *shapes* dos setores censitários e os limites da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo, ambos já processados por Holz (2010). O mapeamento de cada informação produzida utilizou o ArcGis® na versão 9.3.

Para os indicadores de abastecimento de água (Iab), esgotamento sanitário (Ies) e coleta de resíduos sólidos (Icr), foram usadas as bases de dados do IBGE (2010) e informações dos prestadores de serviços de saneamento básico em Maceió (CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas para abastecimento de água e esgotamento sanitário e SLUM - Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió para resíduos sólidos), conforme

apresentado em Alagoas (2011), Alagoas (2010) e Maceió (2012), respectivamente.

No caso da drenagem urbana de águas pluviais, verificou-se a inexistência de informações sistematizadas que permitissem a avaliação de funcionamento e/ou de falha do sistema. Essa dificuldade para a análise da drenagem é destacada por Souza *et al.* (2013) como um dos fatores que dificultam a avaliação de eficiência do sistema e/ou de *deficit* na drenagem urbana. Desta forma, optou-se por usar os resultados obtidos por Holz (2010), que elaborou e mapeou o Índice de Risco de Alagamento (IRA) para a mesma área de estudos.

Para avaliação das condições gerais de salubridade ambiental, segundo o indicador ISA/Maceió, foi utilizado o Quadro 3, adaptado de Oliveira (2003) pelo ajuste na pontuação por faixa para considerar as particularidades locais. Esse ajuste significa que a situação final encontrada não representa uma condição absoluta, mas sim uma condição relativa dentro do mesmo contexto.

Quadro 3 – Situação de salubridade por faixa de pontuação do ISA/Maceió

Situação de Salubridade	Pontuação
Salubridade insatisfatória	ISA ≤ 60
Salubridade moderada	60 < ISA ≤ 80
Salubridade satisfatória	80 < ISA ≤ 100

Fonte: adaptado de Oliveira (2003).

Deve-se observar que a metodologia permite ajustes tanto na formulação, com a inclusão de novos indicadores e consequente ajuste nos ponderadores, quanto nos pesos, possibilitando modificar o grau de relevância entre os indicadores conforme as condições de prestação de determinado serviço alcancem graus mais elevados (tanto de abrangência quanto de qualidade). Outro aspecto que merece destaque na formulação apresentada é o fato de que, apesar de no indicador de abastecimento de água haver sido incluída uma variável de qualidade da água, para o estudo de caso deste trabalho, essa variável não foi considerada em função da dificuldade de obtenção de dados

representativos. Essa variável, apesar de ser uma informação obrigatória a ser obtida pelo prestador de serviço de abastecimento de água, inclusive pela sua inclusão na conta de água, não foi disponibilizada para a elaboração do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

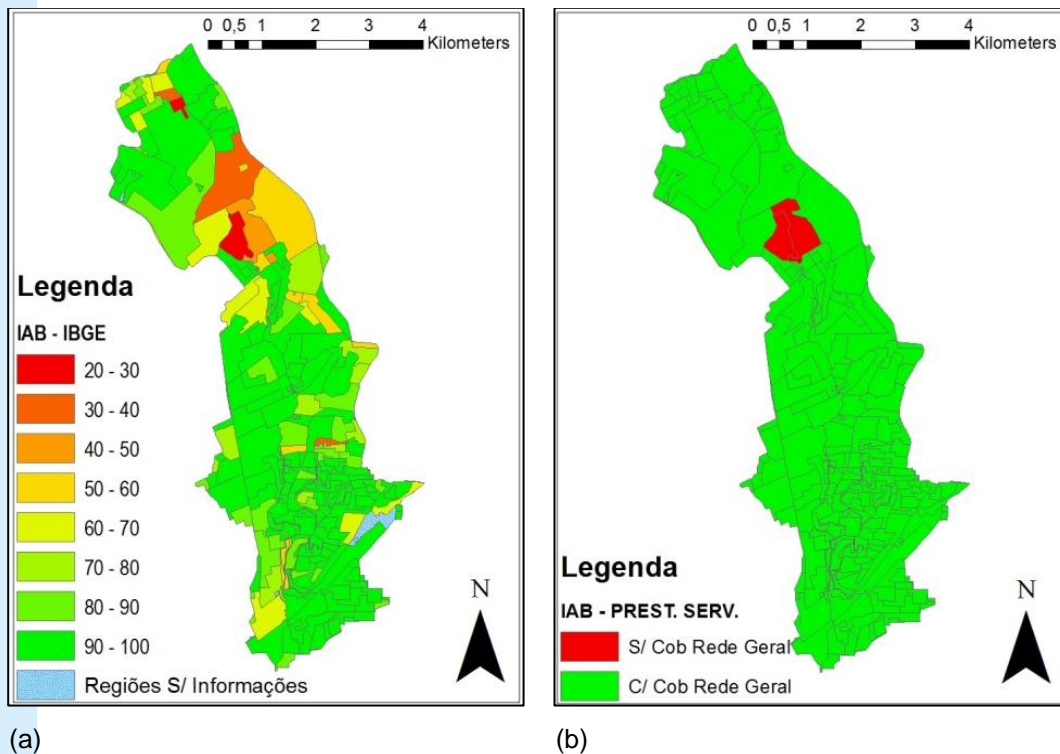
Considerando a formulação apresentada, cada um dos indicadores secundários foi calculado para todos os setores censitários da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo e para as duas fontes de informação. Os resultados foram comparados entre as fontes de informação, conforme detalhamento a seguir.

O indicador de abastecimento de água (Iab)

Os resultados obtidos da aplicação da metodologia ISA/Maceió por setor censitário para o *Iab*, considerando os

dados do censo demográfico (IBGE, 2010) e da CASAL (ALAGOAS, 2011), prestador do serviço de abastecimento de água no município de Maceió, são apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Indicador de abastecimento de água (Iab): (a) com dados do IBGE e (b) com dados do Prestador de Serviços



Fonte: elaboração própria.

Conforme pode ser observado na Figura 2, a maior parte da área estudada apresenta abastecimento de água em nível satisfatório para a realidade local, considerando ambas as fontes de informação (*Iab* > 80). A Figura 2-b, que representa a informação oficial de abastecimento de água, mostra que há cobertura de rede em praticamente toda a área da bacia (dados do prestador de serviço). Entretanto, ao serem analisados os dados do censo demográfico (IBGE, 2010), verifica-se que haver cobertura por rede geral não significa, necessariamente, acesso ou uso da água por essa rede. De fato, a informação do IBGE indica que parte significativa da população faz uso não oficial de outras fontes de abastecimento, tais como água de poço e de carros pipa, frequentemente sem controle de qualidade.

Deve-se observar que no ISA/Maceió considerou-se que a fonte de abastecimento que fornece melhores condições de salubridade é a rede geral de abastecimento da concessionária do serviço, no caso a CASAL, por haver maior controle da qualidade. Evidentemente, essa consideração não avalia os casos de abastecimentos condominiais, comuns na bacia, que possuem sistemas próprios de tratamento de água.

Na comparação do *Iab* gerado com dados das duas fontes de informações, percebe-se uma divergência significativa nos resultados, que tem relação com os indicadores terciários usados e com a 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 frequente uso por caminhão pipa, mesmo onde há permanente abastecimento por meio da rede geral).

O indicador de Esgotamento Sanitário (les)

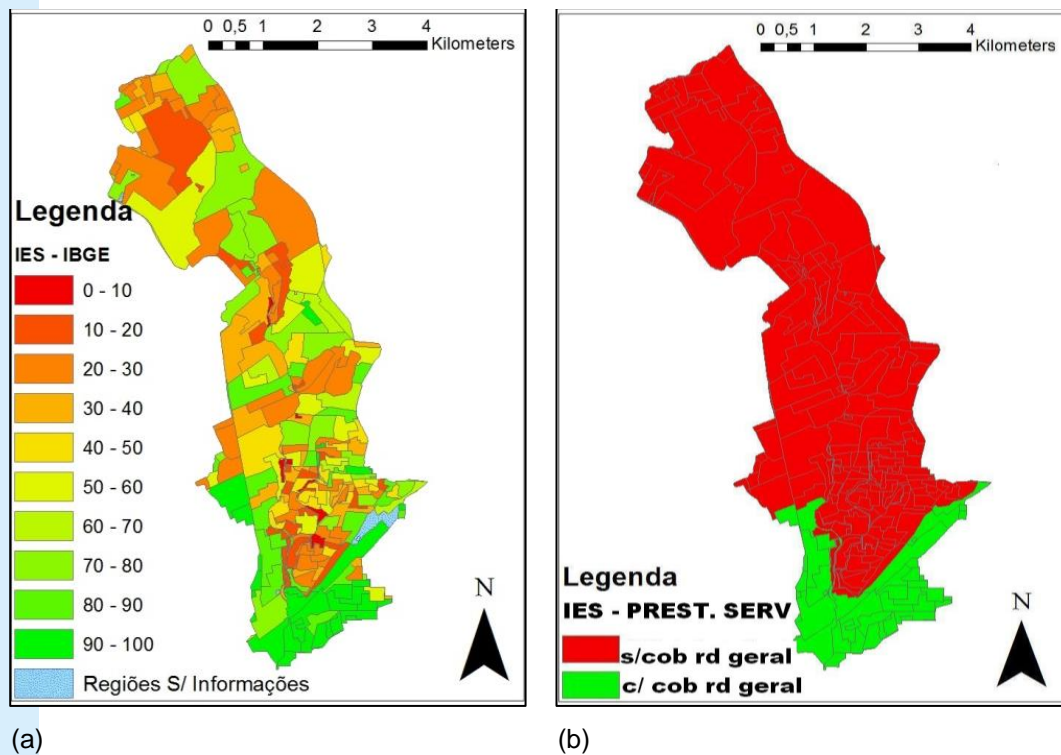
Para o indicador de esgotamento sanitário (les), foram também considerados os dados da CASAL (ALAGOAS, 2010) e os dados do IBGE (2010). O mapa com o les para as duas fontes de informação é apresentado na Figura 3.

Conforme pode ser observado na Figura 3-b, há uma grande deficiência na prestação desse serviço, com cobertura de rede apenas na parte baixa da bacia, conduzindo ao emissário submarino, e apenas com tratamento primário por caixa de areia. Esse cadastro, também nesse caso, não cobre pequenos sistemas condominiais que possuem sistema próprio

de coleta, mas não de tratamento. Na Figura 3-a, fica evidente que a inexistência de rede conduz a uma situação de grande diversidade de soluções individuais, que apresentam duas características principais: (i) não atendem toda a área da bacia e (ii) conduzem a elevado grau de degradação ambiental, por não haver qualquer tipo de tratamento para essas soluções.

Mais uma vez, a partir da análise do indicador para as duas fontes de informação, percebe-se haver grandes distorções entre a fonte de informação oficial (do prestador de serviço) em relação à realidade da bacia. A simples cobertura de rede não garante seu uso pleno, assim como sua ausência não significa necessariamente uma condição de alta degradação. Os dados do IBGE permitem identificar as formas de uso do sistema público, bem como o tipo de soluções individuais adotado.

Figura 3 – Indicador de Esgotamento Sanitário - les: (a) com dados do IBGE e (b) com dados do prestador de serviços



Fonte: elaboração própria.

O Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr)

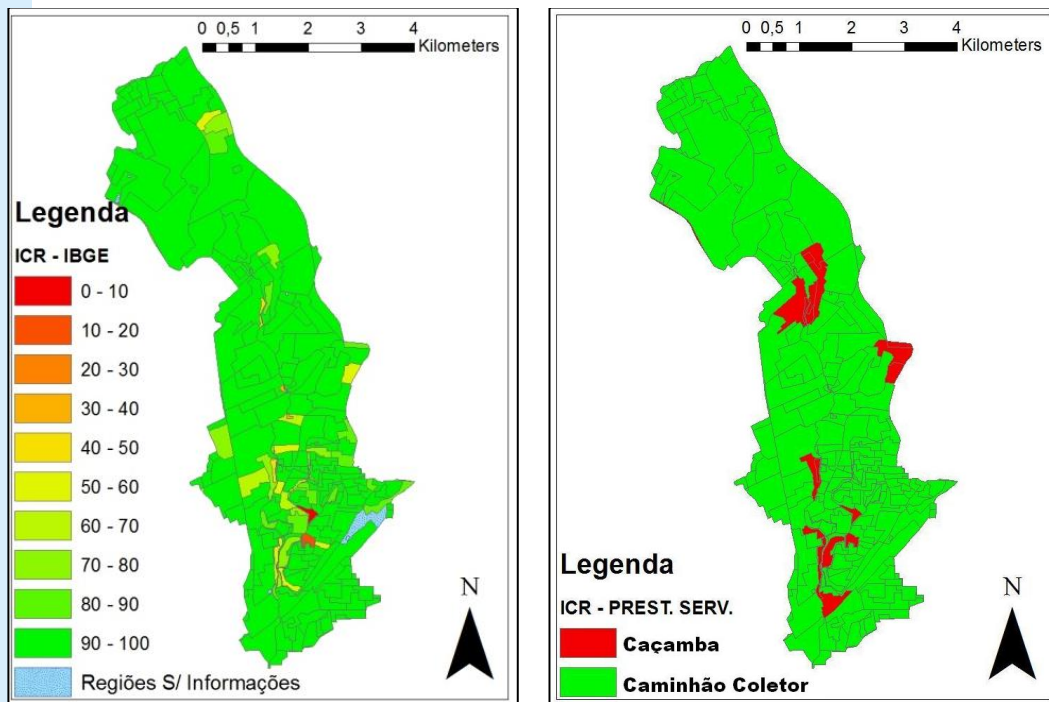
Para o Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr), foram utilizados dados de Maceió (2012) e do IBGE (2010), cujos resultados são apresentados na Figura 4.

No caso do *Icr*, a espacialização do indicador mostra coerência espacial em relação às áreas de cobertura para as duas fontes de informação, sendo que os dados do IBGE, mais uma vez, permitem detalhamento em relação à forma de acesso ao serviço. Os dados do prestador de serviço são discriminados apenas em

duas faixas (caminhão coletor e caçamba estacionária), enquanto os dados do IBGE apresentam outras formas de coleta e destinação dos resíduos sólidos. Destaca-se, nesse caso, que não foi analisada a frequência de coleta, o que pode ser incorporado à metodologia pela simples inclusão de um novo ponderador.

Quando se analisa a Figura 4-b, verificam-se áreas com predominância de coleta por caçamba estacionária na parte central e sul da bacia e em setores localizados no centro leste. Essas áreas em análise são regiões de ocupação irregular (grotas) ou locais onde o caminhão coletor não tem acesso.

Figura 4 - Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (Icr): (a) com dados do IBGE e (b) com dados de Maceió (2012)



(a)

(b)

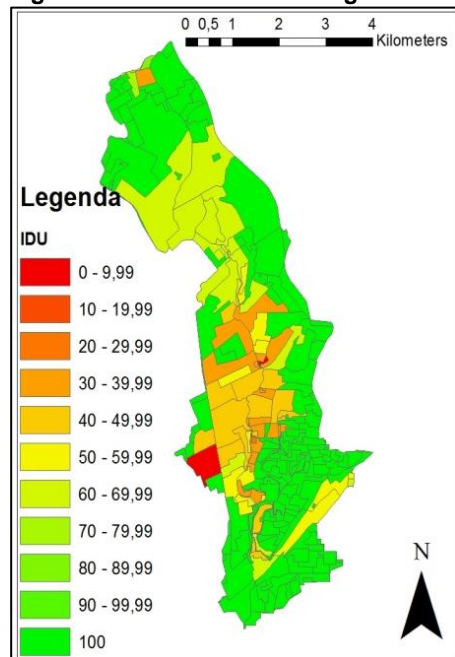
Fonte: elaboração própria.

Indicador de drenagem urbana (Idu)

O Indicador de drenagem urbana (*Idu*) foi utilizado para identificar as áreas que não apresentam problemas sistemáticos em relação a alagamentos 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

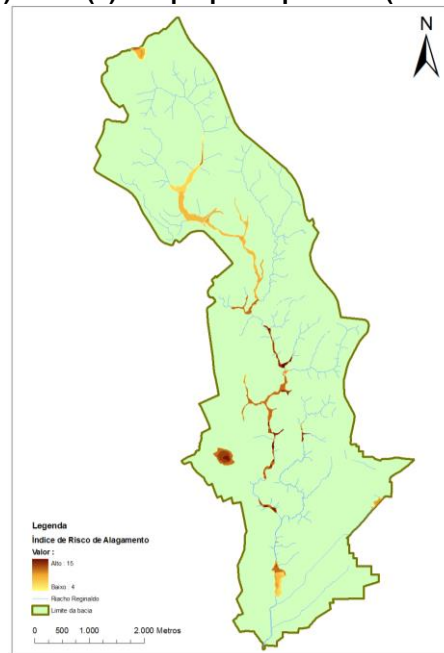
Alagamentos desenvolvidos por Holz (2010). Os valores apresentados por Holz (2010) indicam as regiões críticas (consideradas como sendo os locais onde a água entra nos domicílios), o que significa que quanto maior o valor do IRA, menor o valor do ISA/Maceió. Os resultados do *Idu* estão apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Indicador de drenagem urbana: (a) IDU e (b) IRA proposto por Holz (2010)



(a)

Fonte: elaboração própria.



(b)

Fonte: Holz (2010).

Na espacialização do indicador de drenagem urbana/Idu (Figura 5-a), estão representados por faixas os valores do Idu nos setores censitários sem alagamentos críticos. A faixa 100% corresponde às áreas que não apresentam nenhum risco de alagamento crítico (conforme metodologia de HOLZ, 2010), o que predomina em 70% da bacia. As demais faixas apresentam risco variável de alagamento (identificado pela ocorrência efetiva de alagamentos que atingem o interior dos domicílios nos respectivos setores censitários). Na Figura 5-b, estão representados os locais de alagamentos críticos caracterizados por Holz (2010), por meio do Índice de Risco de Alagamentos (IRA).

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 maiores frequências e magnitudes, em região densamente ocupada, conforme destacado por Holz (2010).

Índice de Salubridade Ambiental (ISA/Maceió)

A partir dos indicadores secundários apresentados (Iab, Ies, Icr, Idu), os valores do ISA/Maceió foram computados a partir da equação 1 para cada setor censitário e para as duas fontes de informação, conforme apresentado na Figura 6.

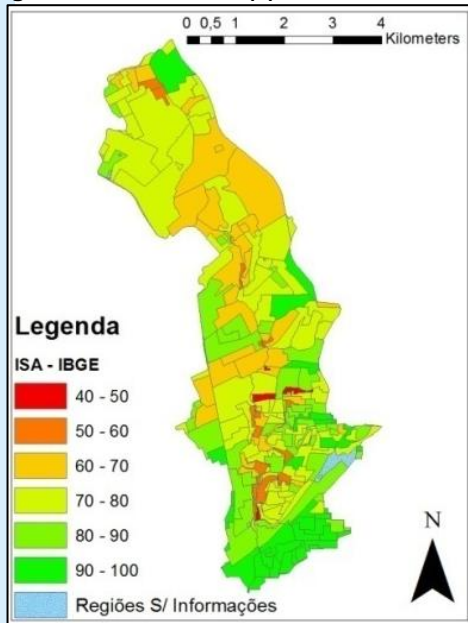
A partir da ponderação do ISA em cada setor censitário pela sua área, foram determinados os valores médios, resultando em 77 para os dados do IBGE e 71 para os dados dos prestadores de serviço, ambos na faixa de salubridade moderada (conforme faixas estabelecidas no Quadro 3). Esse resultado indica que, em termos médios, as duas fontes de informação tiveram resultados compatíveis. Entretanto, ao analisar a distribuição dos valores pelos setores censitários, verifica-se grande variabilidade nos resultados, em função das diferenças, já discutidas, entre a forma de disponibilização da informação sobre os serviços de saneamento básico em cada uma das duas fontes. Cabe destacar, ainda, a grande variabilidade em toda a bacia, o que indica as discrepâncias na prestação dos serviços em diferentes áreas, destacando-se a parte baixa como de salubridade satisfatória (maiores valores do ISA nas duas fontes) e as grotas do vale

do Riacho Reginaldo como a de menores valores do ISA.

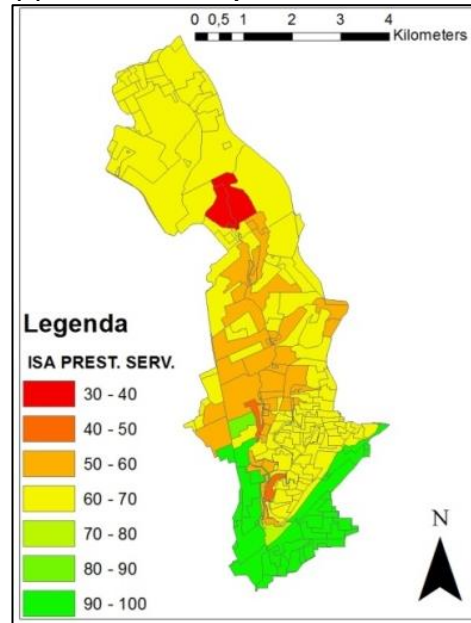
A partir dos valores do ISA em cada setor censitário, e considerando as faixas do Quadro 3, foram elaborados os mapas

com classificação com menor estratificação, objetivando definir as áreas com maiores deficiências nos serviços de saneamento básico. Esse resultado está apresentado na Figura 7.

Figura 6 - ISA/Maceió: (a) com dados do IBGE e (b) com dados dos prestadores dos serviços



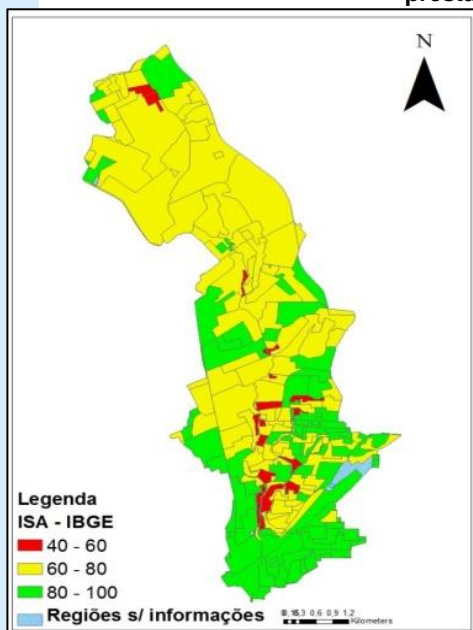
(a)



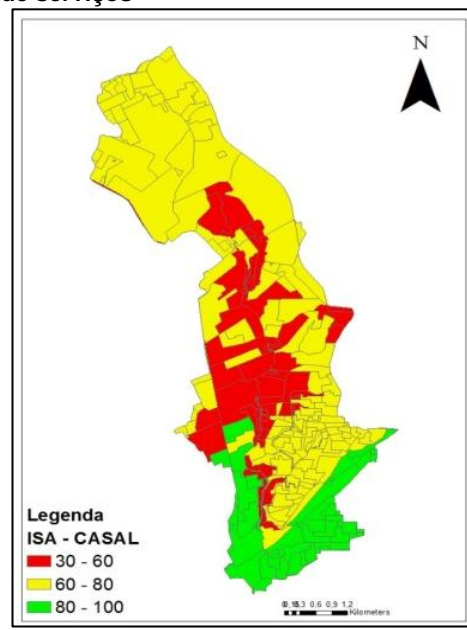
(b)

Fonte: elaboração própria.

Figura 7 - ISA/Maceió por faixas de salubridade: (a) com dados do IBGE e (b) com dados dos prestadores de serviços



(a)



(b)

Fonte: elaboração própria.

Desse resultado, destaca-se, novamente, a parte baixa da bacia como a que apresenta melhores condições, para ambas as fontes de informação, e a parte central, especialmente nas grotas, como a que apresenta as piores condições de salubridade. Novamente, ficam evidentes as diferenças entre as fontes de informação. A observação dos mapas para cada indicador secundário permite avaliar, para os quatro componentes do saneamento básico analisados, qual é o serviço que merece maior atenção em cada setor censitário.

Esse resultado deve ser avaliado em nível relativo (local e/ou regional), conforme destacam Kolsky e Butler (2002), representando uma realidade local dos níveis de salubridade ambiental. Desta forma, os valores do ISA/Maceió não devem ser analisados de forma absoluta para comparação com outras realidades, como aquelas apresentadas por São Paulo (1999), Montenegro *et al.* (2001), Dias *et al.* (2004) e Batista e Silva (2006), uma vez que uma faixa de valores em Maceió deve ter ponderadores e níveis de percepção e comparação diferentes daqueles de outras localidades. O objetivo, neste caso, é ressaltar as diferenças locais em relação às condições de salubridade ambiental. Assim, mesmo as regiões que apresentaram salubridade satisfatória possuem deficiências na prestação dos serviços de saneamento básico. A metodologia pode, desta forma, ser adaptada e replicada, mas os valores finais do ISA não são comparáveis a outras realidades.

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 contam com a cobertura de rede coletora de esgotamento sanitário e nas áreas de ocupação irregular. Salienta-se que esses resultados obtidos de salubridade moderada e satisfatória se referem ao contexto local do Município em análise.

CONCLUSÃO

A metodologia de obtenção do ISA/Maceió apresentada permite a comparação do grau de salubridade ambiental por setor censitário, o que é bastante interessante pelo fato de trabalhar grandes áreas com alta resolução espacial. A formulação é adaptativa, conforme a disponibilidade de informações sistematizadas. Desta forma, na medida em que novas informações se tornam disponíveis, é possível melhorar a representação da infraestrutura de saneamento e dos seus serviços.

Na comparação dos indicadores obtidos com as duas fontes de informação (IBGE e prestadores de serviços públicos de saneamento básico), percebe-se clara divergência significativa entre os resultados. Evidentemente, esse resultado é decorrente da escolha dos indicadores terciários usados e, também, da forma de obtenção da informação. Os dados do IBGE consideram a 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 nos locais onde há abastecimento público permanente).

O uso de faixas de salubridade permite o acesso à informação de uma grande área, mas mascara alguns resultados em menor escala espacial, por tratar de valores médios. Destaca-se, nesse caso, que mesmo as regiões consideradas satisfatórias apresentam deficiências em diferentes aspectos do saneamento básico e que a consideração de satisfação se refere ao contexto local, ou seja, um nível relativo de satisfação (representa realidade e percepção local). Não é possível generalizar os valores do ISA por faixas para outras realidades, o que significa que a ponderação deve considerar as características da infraestrutura e dos serviços locais para a priorização das ações, permitindo uniformizar a melhoria das condições de salubridade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido ao projeto de Pesquisa MAPLU2 (Manejo de Águas Pluviais em Meio Urbano).

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. **EIA/RIMA**: Ampliação do sistema de abastecimento de água de Maceió a partir das águas do Rio Meirim. Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL, Secretaria de Estado de Infraestrutura, Governo do Estado de Alagoas. 2011.

_____. **EIA/RIMA**: SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE MACEIÓ. Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL, Secretaria de Estado de Infraestrutura, Governo do Estado de Alagoas. 2010.

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

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. O Modelo ISA/JP – Indicador de performance para diagnóstico do saneamento urbano. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 11, n. 1, p. 62 -71, jan./mar. 2006.

BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – 2012/2015**. Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Volume I-II. 2013.

DIAS, M. C.; BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: um estudo em Salvador – Bahia. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 9, n. 1, p. 82 - 92, jan./mar. 2004.

GAMA, J. A. S. **Índice de salubridade ambiental em Maceió aplicado à bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL**. 2013.102f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

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.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do censo demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2010>>. Acesso em: 10 out. 2011.

KOLSKY, P.; BUTLER, D. Performance indicators for urban storm drainage in developing countries. **Water**, v. 4, p. 137-144, 2002.

MACEIÓ. Diretoria de Operações da Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM): Prefeitura de Maceió. **Comunicação Pessoal**. 2012.

MONTENEGRO, M. H. F.; AROEIRA, R. M.; KNAUER, S. M. M.; TORRES, J. E.; BEGGIATO, E. S. G.; AGUIAR, A. M. S.; ARAÚJO, F. P. ISA/BH: uma proposta de diretrizes para construção de um Índice Municipal de Salubridade Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. 2001, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES. 2001.

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

SÃO PAULO. In: **Indicador de Salubridade Ambiental, ISA**. Manual de Orientação Técnica, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). São Paulo, 1999. 37p.

SHIELDS, D. J.; ŠOLAR, S. V.; MARTIN, W. E. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicators**, Elsevier, v. 2, n.1-2, p. 149-160. 2002.

SILVA, N. V. S.; NASCIMENTO, R. Q.; SILVA, T. C. Modelo de priorização de investimentos em saneamento básico utilizando programação linear com base em indicadores ambientais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 13, n. 2, p. 171-180, abr./jun. 2008.

SOUZA, V. C. B.; MORAES, L. R. S; BORJA, P. C. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Gesta: Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 162-175, 2013.

TEIXEIRA, J. C.; HELER, L. Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde: desenvolvimento e aplicação em uma companhia estadual. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 6, n. 3, jan./mar. 2001 e n. 4 out./dez. 2001, p. 138-146.