

**VII-005 - APLICAÇÃO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA)  
EM MUNICÍPIOS DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE  
RECURSOS HÍDRICOS (UPGRH) RIO SANTO ANTÔNIO, MINAS GERAIS**

**Alex Cardoso Pereira<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Caratinga (UNEC). Mestre em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**Ana Augusta Passos Rezende**

Engenheira Civil pelo Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Master of Engineering pela University of Toronto e doutorado em Eng. Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora adjunta na Universidade Federal de Viçosa, atuando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa.

**Alfredo Guilherme da Silveira**

Discente do curso de Engenheiro Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Caratinga (UNEC).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Moacyr de Mattos, 207 - Centro - Caratinga - MG - CEP: 30300-047 - Brasil - Tel: (33) 3322-7900 - e-mail: alexcpenharia@gmail.com

**RESUMO**

A falta de saneamento básico ou a sua deficiência tem, em muito, causado enormes prejuízos, com consequência na área da saúde pública. O saneamento é um grande problema para os municípios brasileiros, que historicamente cresceram sem planejamento e infraestrutura adequados. O objetivo principal deste trabalho é analisar o estado de salubridade ambiental de 14 municípios da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH DO3) Santo Antônio, Minas Gerais, através do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental, que é composto por um sistema de indicadores que avaliam a qualidade dos serviços públicos na área de saneamento básico. Foram utilizados dados secundários dos Planos Municipais Saneamento Básico, além do Sistema Nacional de Saneamento e do IBGE. Os resultados apontaram deficiências em relação ao tratamento de água para abastecimento humano, baixo índice de coleta e tratamento de esgotos sanitários e ocorrência de doenças de veiculação hídrica como dengue e esquistossomose. O município de Santo Antônio do Rio Abaixo foi o que apresentou o menor índice (0,3756) e o município de Morro do Pilar com o índice (0,7379). O ISA traz uma realidade sobre os municípios brasileiros através de números, servindo como ferramenta para diagnóstico de problemas referentes ao saneamento básico e para o planejamento de investimentos na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos Hídricos, Planejamento, Políticas Públicas, Universalização, Cobertura do saneamento.

**INTRODUÇÃO**

O País enfrenta sérios problemas com a alta incidência de doenças que se veiculam com a deficiência de saneamento básico. Portanto, é indiscutível a necessidade da implantação de empreendimentos no setor, para alcançar a segurança ambiental e a universalização de cobertura.

Segundo o relatório, do ano de 2015, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2016), o índice de atendimento total com rede de abastecimento de água, na média do País, foi igual a 83,3%, ou seja, mais de 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico. A média nacional do índice de atendimento com rede coletora de esgotos foi igual a 50,3% e o indicador médio nacional de tratamento dos esgotos gerados foi de 42,7%, enquanto o índice médio de tratamento dos esgotos coletados foi 74,0%. A média do indicador de cobertura do serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos domiciliares em relação à população total foi 92,7 %.

Os municípios que não possuem sistemas adequados de esgotamento sanitário e drenagem urbana, descarregam uma elevada carga de poluição em corpos d'água, muitos dos quais servem de abastecimento para consumo humano para outras comunidades, sem nenhum tipo de tratamento antes de sua utilização.

Assim é gerado um ciclo vicioso, onde o homem ingere uma água contaminada, contamina-se, e depois, com seus dejetos, contamina a água. Este ciclo acaba por promover as principais doenças que estão vinculadas ao consumo de água imprópria, como cólera, febre tifoide, disenteria e outras.

Para a realização das obras de saneamento é necessário investimento, entretanto, os mesmos têm sido insuficientes para atingir as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), cujo objetivo é universalizar com qualidade e sustentabilidade, o saneamento básico no Brasil até 2033.

Os indicadores são ferramentas de fácil compreensão e mostram a realidade municipal em relação ao saneamento básico. A partir dos indicadores é possível definir metas de salubridade através do planejamento dos serviços de saneamento, visando à promoção da melhoria da qualidade de vida, garantindo a universalização, regularidade e equidade na prestação dos serviços de saneamento básico. Ainda, a sociedade poderá ter informações e avaliar os serviços públicos.

Valvassori *et al.*, (2012) ressalta a necessidade da busca permanente pela eficiência e eficácia na gestão pública, investimentos na capacitação dos funcionários das administrações municipais, investimentos em tecnologias e a garantia de processos de planejamento democráticos, garantindo a participação da sociedade. Segundo Rametsteiner *et al.* (2011), os indicadores são ferramentas importantes para a comunicação de informações estatísticas, científicas e técnicas produzidas por diferentes órgãos e instituições públicas e privadas, para a população.

O presente trabalho analisou o estado de salubridade ambiental de 14 municípios da UPGRH Rio Santo Antônio, Minas Gerais, através do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental e representar através de números a realidade dos serviços de saneamento básico, servindo como instrumento para diagnóstico de problemas referentes ao saneamento ambiental e para planejamento de futuros investimentos.

## METODOLOGIA UTILIZADA

### • Elaboração do Indicador de Salubridade Ambiental

Para o levantamento dos dados sobre a situação do saneamento básico dos 14 municípios avaliados foram utilizados os dados dos Planos Municipais de Saneamento Básico, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2016) e do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2016).

Foi adotada a metodologia proposta pelo ISA/CONESAN e adaptada por Batista e Silva (2006). A partir desta metodologia proposta o índice foi adaptado para os municípios estudados, que é obtido através da seguinte fórmula (Eq.1):

$$ISA_{adeq} = 0,25 Iab + 0,25 Ies + 0,20 Irs + 0,20 Idu + 0,1 Icv \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

Iab – Indicador de Abastecimento de Água;

Ies – Indicador de Esgotamento Sanitário;

Irs – Indicador de Resíduos Sólidos;

Idu – Indicador de Drenagem Urbana;

Icv – Indicador de Controle de Vetores.

Para cada município foi determinado o  $ISA_{adeq}$ . Ao final, obteve-se um único valor para o conjunto de municípios estudados, através de média aritmética. O  $ISA_{adeq}$  é um indicador de 1ª ordem composto por indicadores de 2ª e 3ª ordem que possuem formulações e objetivos específicos. Salienta-se que estes indicadores assumem uma variação teórica de zero a cem.

**Tabela 2: Situação da salubridade por faixa de situação (%)**

Indicador de 2ª ordem	Indicador de 3ª ordem
Sub-indicador de Abastecimento de Água: <b>Iab= (Ica +Iqa+Isa)/3</b>	Índice de Cobertura de Atendimento (Ica)
	Índice de Qualidade da Água Distribuída (Iqa)
	Saturação dos Sistemas Produtores (Isa)
Sub-indicador de Esgotos Sanitários <b>Ies= (Ice+Ite+Ise)/3</b>	Índice de Cobertura em Coleta e Tanques Sépticos (Ice)
	Índice de Esgoto Tratado e Tanque Séptico (Ite)
	Saturação do Sistema de Tratamento (Ise)
Sub-indicador de Resíduos Sólidos <b>Irs= (Icr+Iqr+Irs)/3</b>	Índice de Coleta de Lixo (Icr)
	Tratamento e Disposição Final dos Resíduos (Iqr)
	Saturação (Isr)
Sub-indicador de Controle de Vetores <b>Icv= [(Ivd+Lcv)/2]+Ivl]/2</b>	Índice de Controle de Dengue (Ivd)
	Índice de Controle de Esquistossomose (Ivc)
	Índice de Controle de Leptospirose (Ivl)
Sub-indicador de Drenagem Urbana <b>Idu= p1*Iai+p2*Id+p3*Irp</b>	Indicador de Alagamento ou Inundação (Iai)
	Indicador de Defeitos (Id)
	Indicador de Rua Pavimentada (Irp)

Os resultados finais são apresentados, para cálculo do  $ISA_{adeq}$ , com pontuação de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 melhor é a realidade de determinado serviço. A interpretação dos resultados será realizada conforme apresenta a Tabela 1.

**Tabela 2: Situação da salubridade por faixa de situação (%)**

Condição de salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 – 0,255
Baixa Salubridade	0,2551-0,505
Média Salubridade	0,5054-0,755
Salubre	0,7551-1

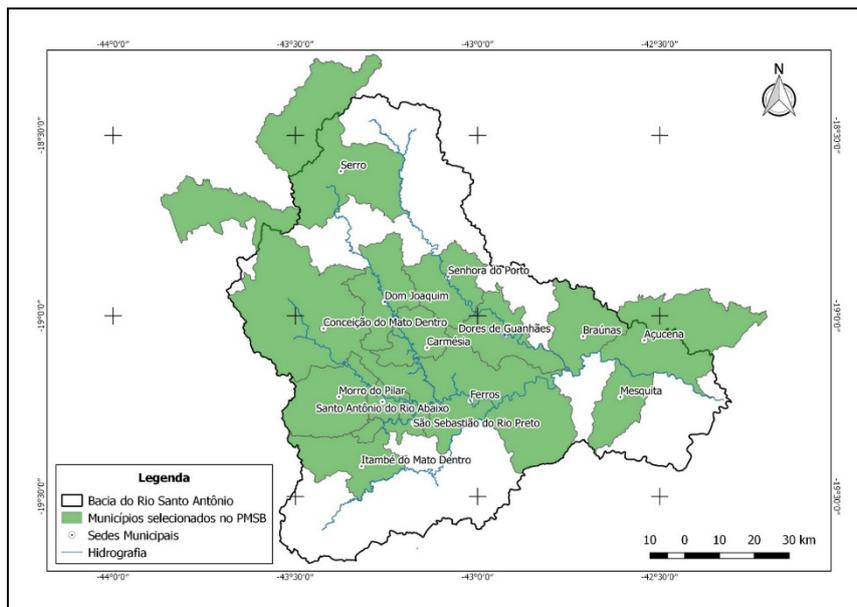
- Aspectos gerais da área de estudo

A UPGRH Santo Antônio abrange a bacia do rio Santo Antônio e a margem esquerda do rio Doce entre a UPGRH Rio Piracicaba e o rio Santo Antônio, Minas Gerais. A bacia hidrográfica do rio Santo Antônio tem como principais sub-bacias, pela margem esquerda, as do rio do Peixe e do rio Guanhões e, pela margem direita, as do rio do Tanque e do rio Preto do Itambé (PIRH DOCE, 2010).

A área de estudo se destaca pela riqueza de seus recursos naturais representados pela grande diversidade de sua fauna e flora, pelos seus recursos hídricos e também por seu grande potencial de geração de energia elétrica. A monocultura do eucalipto ocupa área significativa, principalmente na região do baixo Santo Antônio. A formação vegetal natural da bacia é praticamente toda classificada como floresta estacional (MINAS GERAIS, 2015).

Na UPGRH Santo Antônio, o percentual de destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos é de 20,6 %; o percentual de abastecimento de água é de 82,75; e o percentual de esgotamento sanitário é de 59,3 % (PIRH DOCE, 2010).

Foram avaliados os seguintes municípios da UPGRH Santo Antônio (Figura 1): Açucena, Braúnas, Carmésia, Conceição do Mato Dentro, Dolores de Guanhanes, Dom Joaquim, Ferros, Itambé do Mato Dentro, Mesquita, Morro do Pilar, Santo Antônio do Rio Abaixo, São Sebastião do Rio Preto, Senhora do Porto e Serro, totalizando uma área de 8.016,64 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 96.285 habitantes (IBGE, 2016), sendo que a população rural representa 43,32 % da população.



**Figura 1: Municípios avaliados no estudo de salubridade ambiental**

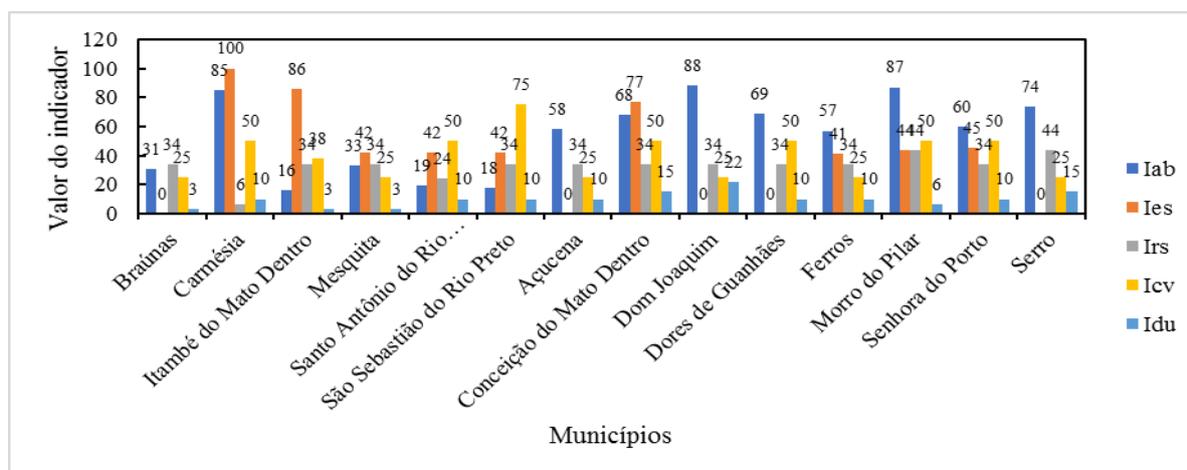
## RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 2 apresenta o indicador ISA dos municípios estudados. A média do indicador dos 14 municípios foi de 0,53 pontos, sendo que quanto mais próximo de 1,00 a situação do saneamento básico é mais salubre, enquanto mais próximo de 0,00 é insalubre.

**Tabela 1: Sub-indicadores e indicador ISA por município da UGRH DO3**

Município	Iab	Ies	Irs	Icv	Idu	Isa	Condição de salubridade
Santo Antônio do Rio Abaixo	19	42	24	50	10	0,3756	Baixa Salubridade
Carmésia	85	100	6	50	10	0,3907	Baixa Salubridade
Braúnas	31	0	34	25	3	0,4451	Baixa Salubridade
Itambé do Mato Dentro	16	86	34	38	3	0,4627	Baixa Salubridade
Mesquita	33	42	34	25	3	0,4701	Baixa Salubridade
São Sebastião do Rio Preto	18	42	34	75	10	0,4974	Baixa Salubridade
Açucena	58	0	34	25	10	0,5274	Média Salubridade
Ferros	57	41	34	25	10	0,5455	Média Salubridade
Dores de Guanhães	69	0	34	50	10	0,5779	Média Salubridade
Senhora do Porto	60	45	34	50	10	0,5786	Média Salubridade
Dom Joaquim	88	0	34	25	22	0,6256	Média Salubridade
Conceição do Mato Dentro	68	77	34	50	15	0,6269	Média Salubridade
Serro	74	0	44	25	15	0,6762	Média Salubridade
Morro do Pilar	87	44	44	50	6	0,7379	Média Salubridade

A Figura 2 apresenta o gráfico com os resultados dos indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores e drenagem urbana.



**Figura 2: Resultados dos indicadores que compõem o ISA nos municípios integrantes da UGRH DO3**

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A média do Indicador de abastecimento de água dos 14 municípios foi de 54,5 pontos, o que mostra a deficiência no abastecimento de água. Observa-se ainda que o município com o maior indicador foi Dom Joaquim e o menor foi Itambé do Mato. Os municípios com os menores valores do Iab (São Sebastião do Rio Preto, Santo Antônio do Rio Abaixo, Mesquita, Itambé do Mato Dentro) não possuem tratamento de água, enquanto os demais possuem.

O Indicador de esgotamento sanitário teve uma média de 37,07 pontos, o que mostra a deficiência no sistema de esgotamento sanitário na área estudada. Observa-se ainda que o município com o maior indicador foi Carmésia e o menor foram Serro, Dolores de Guanhães, Dom Joaquim, Braúnas e Açucena. Os municípios de Carmésia, Itambé do Mato Dentro, Conceição do Mato Dentro possuem tratamento do esgoto sanitário, enquanto o município de Serro possui tratamento apenas na sede município e seus distritos não possuem, além de apenas 37,7% do esgoto sanitário gerado no município é coletado.

A média do Indicador de resíduos sólidos foi de 32,71 pontos. Observa-se ainda que o município com o maior indicador foi Serro e Morro do Pilar e o menor foi Carmésia. Destaca-se ainda que apenas os municípios de Senhora do Porto e Açucena possuem aterro sanitário de pequeno porte e que o índice de coleta de resíduos sólidos urbanos nos municípios é baixo devido a elevada taxa da população rural na região.

Já o Indicador de drenagem urbana teve uma média de 9,78 pontos, o que mostra a deficiência no manejo de águas pluviais nos municípios avaliados. O município com o maior indicador foi Dom Joaquim e Morro do Pilar e o menor foi nos municípios de Mesquita, Itambé do Mato Dentro e Braúnas. O indicador foi baixo devido à falta de infraestrutura de drenagem urbana nas áreas urbanas dos municípios, observado que os municípios de Mesquita, Braúnas e Itambé do Mato Dentro tiveram os maiores números de enchentes entre os municípios avaliados.

O Indicador de controle de vetores obteve uma média regional de 40,21 pontos. Observa-se ainda que o município com o maior indicador foi São Sebastião do Rio Preto, devido os poucos casos registrados de doenças de veiculação hídrica.

A média do Indicador de Salubridade Ambiental dos serviços de saneamento básico dos 14 municípios avaliados foi de 0,53 pontos, sendo assim, a condição de salubridade ambiental da área de estudo é considerada como média salubridade. O município com o maior indicador foi Morro do Pilar e o menor foi Santo Antônio do Rio Abaixo.

## **CONCLUSÕES**

Com a aplicação da metodologia do ISA<sub>adeq</sub> foi possível avaliar a salubridade ambiental dos municípios estudados, sendo que a condição média da área de estudo foi de média salubridade. O município mais bem avaliado foi Morro do Pilar, enquanto o que teve a menor avaliação foi Santo Antônio do Rio Abaixo.

Os indicadores analisados nesta pesquisa buscaram representar de forma numérica a realidade dos sistemas de saneamento básico de 14 municípios da UPGRH Rio Santo Antônio, que podem servir como instrumento para diagnóstico de problemas e planejamento para investimentos futuros.

A partir da discussão dos resultados encontrados do ISA torna-se mais fácil compreender a realidade municipal em relação ao saneamento básico e definir metas de salubridade através do planejamento dos serviços de saneamento, visando à promoção da melhoria da qualidade de vida, garantindo a universalização, regularidade e equidade na prestação dos serviços de saneamento básico.

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPEMIG ao apoio à divulgação e publicação do trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BATISTA, M. E. M; SILVA, T. C. O modelo ISA/JP - indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. Engenharia Sanitária Ambiental., vol.11, n.1, p.55-64, mar. 2006.
2. BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 12/12/2016.
3. PIRH RIO DOCE. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Governador Valadares, 2010.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Populacional 2010. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em 15/11/2016.
5. MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Bacia do Rio Doce. Disponível em <<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/155?task=view>> Acesso em 15/11/2015
6. RAMETSTEINER, E.; PULZL, H.; ALKAN-OLSSON, J.; FREDERIKSEN, P. (2011) Sustainability indicator development — Science or political negotiation? Ecological Indicators, v. 11, n. 1, p. 61-77, jan. 2011.
7. VALVASSORI, M.L.; NADJA, Z.A. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 5, p.1-19, set. 2012.