

VII-069 – INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO DE RIO VERDE NO ESTADO DE GOIÁS**Luíza Virgínia Duarte⁽¹⁾**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Karla Alcione da Silva Cruvinel

Engenheira Ambiental, Mestre em Engenharia do Meio Ambiente, Doutoranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Docente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG)

Paulo Sergio Scalize

Engenheiro Civil e Biomédico, Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP, Professor Adjunto na Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (EEC/UFG).

Endereço⁽¹⁾: Rua 252, nº 516, Residencial Gran Royale, apto 1103 – Setor Leste Universitário - Goiânia - GO - CEP: 74 603-240 - Brasil - Tel: (62) 8136-9208 - e-mail: luizavirginiaduarte@gmail.com**RESUMO**

Devido ao crescimento populacional e ao fato dos investimentos em infraestrutura não acompanharem o progresso, principalmente quando relacionados ao saneamento básico, a utilização de Indicadores Ambientais como o ISA (Indicador de Salubridade Ambiental) traz contribuições para a gestão urbana, pois ajuda na percepção da realidade às questões do saneamento apontando para as prioridades de atuação. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi determinar o ISA para o município de Rio Verde no estado de Goiás e verificar sua evolução ao longo do tempo, para isso, foram calculados os sub-indicadores utilizando dados de 2012, os quais foram comparados com os resultados de 2007 obtidos por Aravéchia Junior (2010), possibilitando dessa forma a análise da evolução do desenvolvimento do município com relação às questões da salubridade ambiental.

O ISA é calculado a partir da média ponderada dos sub-indicadores específicos, os quais determinam pontuações para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos e a sócio economia. O resultado obtido do cálculo do ISA para 2012 foi superior em relação ao ano de 2007, sendo estes 61,87 e 59,3 pontos respectivamente, mantendo o município na classificação como de média salubridade. Através destes resultados foi possível concluir que a infraestrutura da região não acompanhou seu desenvolvimento, necessitando de melhor gestão ou ainda maiores investimentos na área de saneamento básico, principalmente na coleta e tratamento do esgoto sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento Ambiental, ISA, ferramenta de gestão.**INTRODUÇÃO**

Como efeito do crescimento populacional que acontece pelo país sem um tipo de legislação que consiga amenizá-lo, percebe-se na maioria dos casos que a infraestrutura, principalmente relacionada a questões do sistema básico de saneamento, não consegue acompanhar o desenvolvimento, tornando-o precário e colaborando para uma maior disparidade e problemas para a população. Além disso, a falta de conhecimento e programas no momento de investir o dinheiro público gera desperdício de recursos, pois não há uma determinação de prioridades específicas para aplicação destas verbas (ARAVÉCHIA JÚNIOR, 2010).

Como forma de contribuição para as tomadas de decisões, os indicadores ambientais, segundo Magalhães Jr. (2007), potencializam a utilidade e a capacidade de transmissão de conhecimento, simplificando e sintetizando dados e informações, facilitando a compreensão, a interpretação e a análise crítica de diferentes processos. Assim, o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado em 1999 pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAM), traz contribuições para a gestão urbana, pois ajuda na percepção da realidade às questões do saneamento apontando para as prioridades de atuação.

Adaptado por Aravéchia Júnior (2010), e aplicado em alguns municípios do estado de Goiás, o ISA é calculado a partir da média ponderada de sub-indicadores relacionados com a salubridade ambiental, incluindo indicadores ligados ao saneamento e às questões sociais e de saúde.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi calcular o ISA do Município de Rio Verde no estado de Goiás com dados de 2012 e comparar com os resultados obtidos por Aravéchia Junior (2010) para o ano de 2007, buscando assim avaliar o desenvolvimento do município, relacionando com as questões de saneamento básico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi o município de Rio Verde – Goiás, localizado no sudeste Goiano, onde o desenvolvimento econômico impulsionado pelo investimento no setor industrial no final da década de 90 alavancou um crescimento populacional de 24% no período de 2007 a 2012 (IBGE, 2012).

Os sub-indicadores para o cálculo do ISA foram determinados para o município de Rio Verde utilizando dados de 2012, os quais foram comparados com os resultados de 2007 obtidos por Aravéchia Junior (2010), possibilitando dessa forma a análise da evolução do desenvolvimento do município com relação às questões da salubridade ambiental, empregando para isso, algumas adaptações no ISA, inicialmente desenvolvido pelo CONESAM (1999).

Foram utilizados para o cálculo do ISA dados de fontes disponíveis como, BRASIL (2014), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) (2012) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (2013) e Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH) (2009). O ISA foi calculado pela equação 1, o qual alguns de seus sub-indicadores foram adaptados por Aravéchia Júnior (2010) e classificado quanto à situação de salubridade conforme Quadro 1 (CONESAM, 1999).

$$\text{ISA} = 0,30\text{IAB} + 0,20\text{IES} + 0,20\text{IRS} + 0,10\text{ICV} + 0,10\text{IRH} + 0,10\text{ISE} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde: IAB – Indicador de abastecimento de água; IES – Indicador de esgoto sanitário; IRS – Indicador de resíduos sólidos; ICV – Indicador de controle de vetores; IRH – Indicador de riscos de recursos hídricos; ISE – Indicador socioeconômico

Quadro 1 - Situação de salubridade classificada por faixa de pontuação.

Situação de salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 — 25,50
Baixa salubridade	25,50 — 50,50
Média salubridade	50,50 — 75,50
Salubre	75,50 — 100

Fonte: CONESAM (1999).

Foram adotadas as planilhas do CONESAM (1999) para os critérios de pontuação de todos indicadores trabalhos e comentados a seguir.

Indicador de Abastecimento de Água (IAB)

Segundo CONESAM (1999), o cálculo do IAB (eq. 2), é definido pela integração entre três sub-indicadores específicos: Cobertura de Abastecimento de água – Atendimento (ICA), Qualidade da Água Distribuída (IQA) e o de Saturação do Sistema Produtor/Qualidade (ISSP). O ICA é determinado pela eq. 3, o IQA pela eq. 4 e o ISSP pela eq. 5.

$$\text{IAB} = (\text{ICA} + \text{IQA} + \text{ISSP})/3 \quad (\text{eq. 2})$$

$$\text{ICA} = (\text{DUA}/\text{DUT}) \times 100 (\%) \quad (\text{eq. 3})$$

Onde: DUA – Domicílios Urbanos Atendidos; DUT – Domicílios Urbanos Totais e sua pontuação é definida de 0 (zero) a 100 (cem), correspondendo diretamente ao ICA (Índice percentual).

$$IQA = K \times (NAA/NAR) \times 100 (\%) \quad (\text{eq.4})$$

Onde: K – n° de amostras realizadas pelo n° mínimo de amostras a serem efetuadas conforme a Portaria n° 2914/11, sendo K menor ou igual a 1; NAA – Quantidade de amostra considerada de água potável relativa a colimetria, ao cloro residual e à turbidez; NAR – Quantidade de amostras realizadas.

$$ISSP = (\text{Disp}/\text{Dem}) \quad (\text{eq.5})$$

Onde: Disp – Disponibilidade de água tratada para abastecimento; Dem – Demanda pela população

Para ISSP, Aravéchia Junior (2010) adaptou a pontuação através dos dados de demanda e disponibilidade de água do município, variando entre 100 pontos (ISSP>2,0), 50 pontos (1,5<ISSP≤2,0) e 0 pontos (ISSP < 1,5).

Indicador de Esgoto Sanitário (IES)

O IES foi calculado pela eq. 6, ou seja, pela interação dos três sub-indicadores específicos: Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanque Séptico (ICE), Esgoto Tratado (ITE), e a Saturação de Tratamento de Esgoto (ISE). O ICE foi calculado pela eq. 7, o ITE pela eq. 8 e o ISE pela eq. 9.

$$IES = (\text{ICE} + \text{ITE} + \text{ISE})/3 \quad (\text{eq. 6})$$

$$\text{ICE} = (\text{DUE}/\text{DUT}) \times 100 (\%) \quad (\text{eq. 7})$$

Onde: DUE – Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanque sépticos; DUT – Domicílios urbanos totais

$$\text{ITE} = \text{ICE} \times (\text{VT}/\text{VC}) \times 100 (\%) \quad (\text{eq. 8})$$

Onde: ICE – Indicador de cobertura em coleta de esgoto e tanque séptico; VT – Volume tratado de esgoto medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgotos; VC – Volume coletado de esgoto.

$$\text{ISE} = (\text{VT}/\text{VC}) \times 100 (\%) \quad (\text{eq. 9})$$

Onde: VT – Volume tratado de esgoto; VC – Volume coletado de esgoto.

Para o ISE Aravéchia Junior (2010) adaptou a pontuação através dos dados de volume coletado de esgoto e de volume tratado de esgoto de cada município, variando entre 100 pontos (ISE > 1,0), 50 pontos (0,5 ≤ ISE < 1,0) e 0 pontos (ISE < 0,5).

Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)

O IRS calculado pela eq. 10, definida pela integração entre os três sub-indicadores específicos: Coleta de Lixo (ICR), Tratamento e Disposição Final (IQR) e a Saturação da Disposição Final (ISR). O ICR é obtido pela eq 11, o IQR foi adaptado por Aravéchia Junior (2010), que propôs uma pontuação baseada no tipo de unidade de processamento do município, para onde haja aterro sanitário consegue nota máxima (100 pontos), para município com aterro controlado é nota intermediária (50 pontos) e pontuação mínima (0 pontos) para municípios com lixão e o ISR foi adaptado através da interpretação e análise dos dados referentes à existência ou não de coleta diferenciada de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e coleta seletiva, onde é atribuído pontuação máxima (100 pontos) para o município que possua coleta diferenciada e seletiva, pontuação intermediária (50 pontos) para o município com pelo menos uma das duas coletas citadas, e nota mínima (0 pontos) para o município sem coleta diferenciada e sem coleta seletiva.

$$\text{IRS} = (\text{ICR} + \text{IQR} + \text{ISR})/3 \quad (\text{eq.10})$$

$$\text{ICR} = (\text{DUC}/\text{DUT}) \times 100(\%) \quad (\text{eq.11})$$

Onde: DUC – Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo; DUT – Domicílios urbanos totais.

Para avaliação desses Indicadores foi utilizado dados da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás (2009), pois não havia dados referentes a resíduos sólidos para o município de Rio Verde para o ano de 2012.

Indicador de Controle de Vetores (ICV)

O ICV expresso pela eq. 12 é feito pela integração entre os Indicadores de Dengue (IVD), de Esquistossomose (IVE) e de Leptospirose (IVL), onde:

$$\text{ICV} = <[(\text{IVD} + \text{IVE})/2] + \text{IVL}/2 \quad (\text{eq.12})$$

Para definir as pontuações específicas do ICV foram utilizados os dados do DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde de 2007 a 2012, sem a necessidade de adaptação da metodologia utilizada pelo CONESAM (1999).

Indicador de Risco de Recursos Hídricos (IRH)

O Indicador de Riscos de Recursos Hídricos é calculado pela integração entre os Indicadores de qualidade de água Bruta (IQB), disponibilidade dos mananciais (IDM) e fontes isoladas (IFI). No entanto, o CONESAM (1999) ressalta que se não há existência de fontes isoladas nos municípios, como é o caso de Rio Verde, o IRH eq. 13 deve ser calculado pela média aritmética entre os indicadores IDM (eq. 14) e IFI (eq. 15).

$$\text{IRH} = (\text{IQB} + \text{IDM} + \text{IFI})/3 \quad (\text{eq.13})$$

$$\text{IDM} = (\text{Disp}/\text{Dem}) \quad (\text{eq.14})$$

Onde: Disp – Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento; Dem – Demanda.

$$\text{IFI} = (\text{NAA}/\text{NAR}) \times 100(\%) \quad (\text{eq.15})$$

Onde: NAA – Quantidade de amostra considerada de água potável relativa a colimetria, ao cloro residual e à turbidez; NAR – Quantidade de amostras realizadas.

Indicador Socioeconômico (ISE)

Para o ISE foi proposta a utilização das variáveis propostas pelo CONESAM (1999) pelos Índices de Desenvolvimento Humano de Educação, Longevidade e Renda do município, estes utilizados como uma fonte mais completa e apresentado através da eq. 16:

$$\text{ISE} = ((\text{IDH_Educação} + \text{IDH_Longevidade} + \text{IDH_Renda})/3) \times 100 \quad (\text{eq.16})$$

RESULTADOS

Analisando os resultados dos sub-indicadores isoladamente percebe-se variações. O IAB obtido com os dados referente a 2012 foi de 56,7 pontos, uma pontuação inferior comparado ao ano de 2007 (71,5). A figura 1 apresenta os resultados do sub-indicadores calculados para os dois anos em estudo, mostrando que a cobertura de abastecimento de água aumentou para 90% em 2012 em relação aos 84% de 2007 e o IQA obteve a mesma pontuação (80), que significa que o município possui água de ótima qualidade. O que fez com que o IAB apresentasse uma pontuação inferior em 2012 foi o ISSP, isso devido ao aumento da demanda de água comparada a disponibilidade de recursos hídricos, fazendo com que houvesse uma saturação do sistema produtor e que pode apresentar problemas quanto a disponibilidade de água.

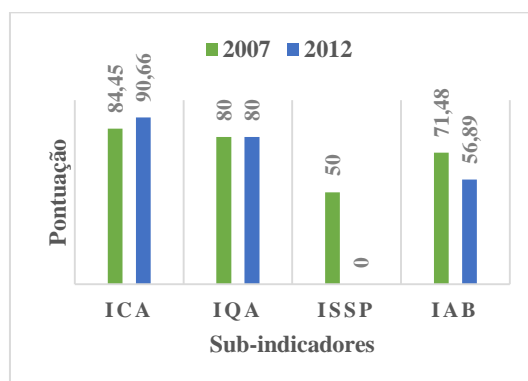


Figura 1 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do IAB para os diferentes anos.

Já o Indicador de Esgoto Sanitário (Figura 2) obteve o mesmo resultado de 33,33 para os dois anos em questão. Consequência desse resultado é o Indicador de Coleta de Esgoto (ICE) que em 2007 atendia cerca de 45% das residências e em 2012 esse valor diminuiu para 43,83%, segundo a classificação do CONESAM (1999) a pontuação para uma faixa de população urbana de 100 a 500 mil habitantes é igual a 0 (zero) quando o ICE é inferior a 70%. O ITE obteve pontuação máxima, pois segundo dados do SNIS todo o esgoto coletado no município recebe tratamento. Esses resultados exibem um baixo índice de atendimento, evidenciando que a ampliação da rede de coleta da cidade não acompanhou seu crescimento.

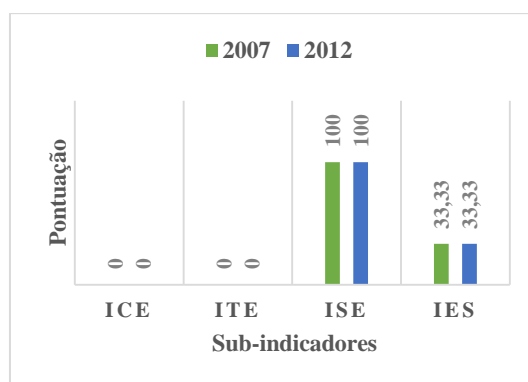


Figura 2 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do IES para os diferentes anos.

Quanto ao IRS (Figura 3) que tem sua pontuação definida através dos Indicadores de coleta, tratamento e disposição final de lixo, no ano de 2012 obteve 83,33 pontos, um aumento positivo comparado ao ano de 2007, que foi de 58,3. No entanto, o ISR continuou com a mesma pontuação por não possuir coleta seletiva em seu sistema, um fator significativo, pois a coleta seletiva é um instrumento importante para não sobrecarregar e saturar o aterro sanitário da região.

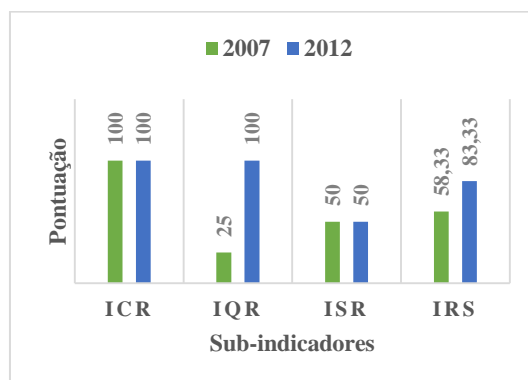


Figura 3 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do IRS para os diferentes anos.

No ICV (Figura 4), observa-se uma pontuação máxima (100) para o IVE em 2012 pois não houve registro de casos de esquistossomose nos últimos 5 anos. De forma geral o município apresenta uma situação controlada em relação ao IVE e ao IVL. Porém o IVD apresentou resultado inferior quando comparado aos outros indicadores específicos, reflexo da falta de cuidados e precauções com a Dengue.

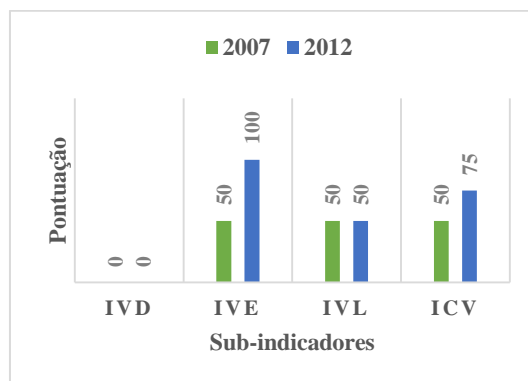


Figura 4 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do ICV para os diferentes anos.

Para o IRH (Figura 5), no qual o sub-indicador IQA não foi considerado devido ao abastecimento do município de Rio Verde ser realizado apenas por manancial superficial, o resultado encontrado para os dois anos analisados foram os mesmos (65 pontos), onde o IDM obteve uma pontuação média pelo de apresentar uma margem de segurança em relação a disponibilidade de água para tratamento e posterior distribuição. O IFI, mesmo não obtendo uma pontuação máxima, ainda apresenta uma situação ótima de acordo com sua pontuação.

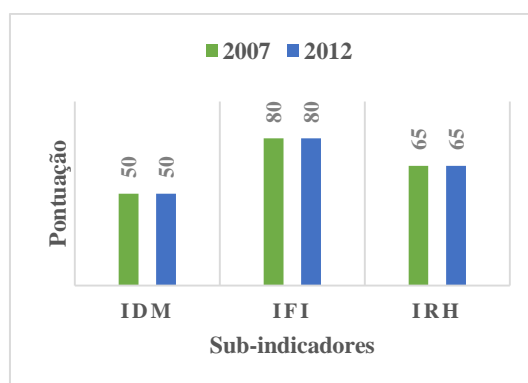


Figura 5 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do IRH para os diferentes anos.

O Indicador Socioeconômico (Figura 6) obteve uma pontuação calculada através do Índice de Desenvolvimento Humano de Educação, Longevidade e Renda obtendo uma média no ano de 2007 igual a 63,30 pontos, um aumento significativo quando comparado ao ano de 2012, principalmente relacionado a educação, o que deixou o município em 6º lugar no Ranking dos melhores em IDHM do estado de Goiás em 2010.

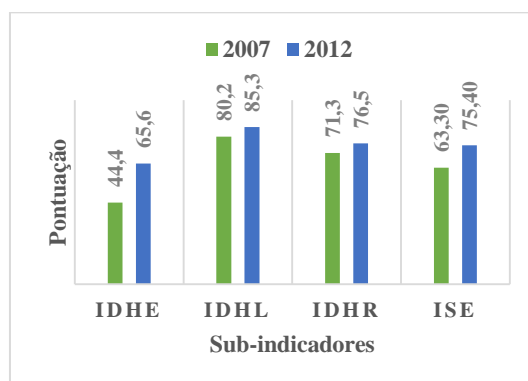


Figura 6 – Comparação dos sub-indicadores e resultado do ISE para os diferentes anos.

Na Figura 7 é apresentada a comparação entre os anos de 2007 e 2012 para cada indicador que compõe o ISA. Após a determinação dos seis indicadores, o resultado do ISA foi de 61,87 pontos em 2012, pouco superior em relação ao ano de 2007, que foi de 57,61, inserido na classe de média salubridade, assim como no ano de 2007, segundo a classificação do CONESAM (1999), apresentada no Quadro 1.

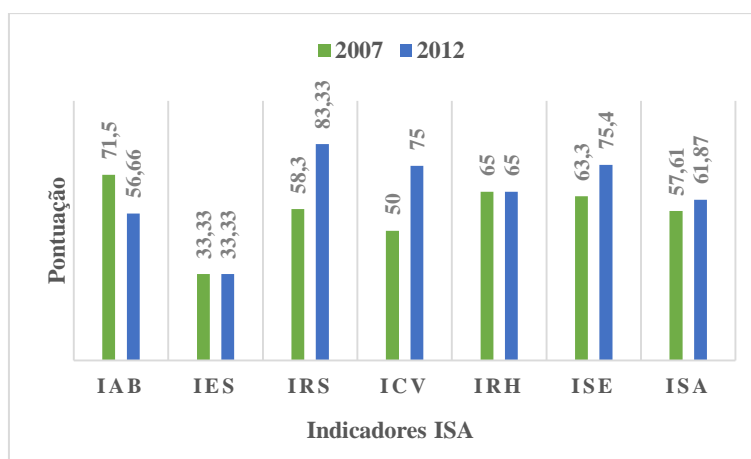


Figura 7 – Comparação dos indicadores para os diferentes anos e resultado final do ISA

CONCLUSÕES

A aplicação do ISA para o município de Rio Verde - GO favoreceu a identificação das áreas de saneamento do município que necessitam de maior intervenção. Mostrando-se como uma ferramenta de monitoramento devido à integração das análises quantitativas e qualitativas de cada aspecto ou dos sistemas de saneamento, além de ser um instrumento de avaliação de políticas públicas para o saneamento ambiental.

Os resultados do ISA comparando os dados de 2007 e 2012, demonstram que a infraestrutura não acompanhou da mesma forma o crescimento da cidade, pois, mesmo o ISA obtendo uma pontuação maior, os sub-indicadores apontam para pontos importantes que devem ser tratados com atenção, como a questão da coleta e tratamento do esgoto sanitário, onde o índice de atendimento diminuiu em 2012, continuando em uma faixa precária de atendimento. Além disso, o IAB aponta para uma saturação do sistema produtor podendo apresentar problemas no futuro quanto a disponibilidade de água, a falta da coleta seletiva que pode sobrecarregar o aterro sanitário, diminuindo seu tempo de vida útil, e também o fato da insuficiência de cuidado e precauções com a dengue, que pode apresentar sérios problemas à saúde pública.

A dificuldade de obtenção dos dados pode representar a impossibilidade de aplicação deste indicador, por isso ressalta-se a necessidade eminente de um banco de dados com maior periodicidade das informações e com maior participação dos municípios com o fornecimento de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAVÉCHIA JÚNIOR, José Carlos. Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para a Região Centro-Oeste: Um estudo de caso no Estado de Goiás. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) Universidade Católica de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2010.
2. BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012. Brasília: SNSA/MCIDADES, 164 p., 2014.
3. CONESAM. Conselho Estadual de Saneamento. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. ISA: Indicador de Salubridade Ambiental, Manual Básico. São Paulo - SP, 1999.
4. SEMARH. Secretaria do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos. Diagnóstico de monitoramento dos sistemas de disposição do lixo urbano dos municípios goianos. Goiânia-GO, 2009.
5. IMB. Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Análise do Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios Goianos. IDHM - 1991, 2000 e 2010. Goiânia-GO, 2014.
6. VALVASSORI, Morgana Levati Valvassori; ALEXANDRE, Nadja Zim Alexandre. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 25 – Setembro de 2012.
7. BATISTA, Marie Eugénie Malzac; SILVA, Tarciso Cabral da. O modelo ISA/JP – Indicador de Performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro: ABES, v. 11, n. I, p. 55-64, jan./mar. 2006.
8. DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Indicadores e dados básicos, 2014. Disponível em: <www.datasus.gov.br/indicadoresedadosbasicos>. Acesso em: 26 set. 2014