



**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE:
 UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL**

**ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN THE MUNICIPALITY OF
 GARANHUNS/PE: AN APPLICATION OF ENVIRONMENTAL HEALTH INDICATORS**

**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE
 GARANHUNS/PE: UNA APLICACIÓN DE INDICADORES DE SALUD AMBIENTAL**

Maurílio Pereira Santos¹, Irami Buarque do Amazonas², Maurício Costa Goldfarb³

e443028

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i4.3028>

PUBLICADO: 04/2023

RESUMO

Com a finalidade de avaliação ambiental em municípios, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo propõe o Indicador de Salubridade Ambiental. Utilizando este indicador, apresentado em SABESP (1999), assim como na sua simplificação proposta por Moraes *et al* (2008), esse trabalho teve como objetivo a análise da evolução da qualidade ambiental no município de Garanhuns (PE). Três componentes subindicadores do saneamento ambiental foram analisados: o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos. Conclui-se que, apesar dos avanços observados no período de análise, a baixa cobertura do esgotamento sanitário ainda é, entre os parâmetros analisados, o principal elemento depreciador da qualidade ambiental no município.

PALAVRAS-CHAVE: Salubridade. Indicador. Saneamento.

ABSTRACT

With the purpose of environmental assessment in municipalities, the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo proposes the Environmental Health Indicator (ISA). Using this indicator, presented in SABESP (1999), as well as its simplification proposed by Moraes et al (2008), this work aimed to analyze the evolution of environmental quality in the municipality of Garanhuns (PE). Three sub-indicator components of environmental sanitation were analyzed: water supply, sanitary sewage and solid waste management. It is concluded that, despite the advances observed in the analysis period, the low coverage of sanitary sewage is still, among the parameters analyzed, the main detractor of environmental quality in the municipality.

KEYWORDS: Salubrity. Indicator. Sanitation.

RESUMEN

Con el objetivo de la evaluación ambiental en los municipios, la Empresa de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo propone el Indicador de Salud Ambiental (ISA). Utilizando este indicador, presentado en SABESP (1999), así como su simplificación propuesta por Moraes et al (2008), este trabajo tuvo como objetivo analizar la evolución de la calidad ambiental en el municipio de Garanhuns (PE). Se analizaron tres componentes subindicadores de saneamiento ambiental: abastecimiento de agua, alcantarillado sanitario y manejo de residuos sólidos. Se concluye que, a pesar de los avances observados en el período de análisis, la baja cobertura de alcantarillado sanitario sigue siendo, entre los parámetros analizados, el principal detractor de la calidad ambiental en el municipio.

PALABRAS CLAVE: Salud. Indicador. Saneamiento.

¹ UPE-Universidade de Pernambuco.

² Professor da UPE – Campus Garanhuns/PE, Lic. Em Física pela Universidade Federal de Pernambuco Departamento de Física: Recife, PE, BR, Mestre e Doutor em Tecnologias Energéticas e Nucleares (CTG) - UFPE.

³ Graduado em Engenharia Civil (UFPB), Mestre em Engenharia Mecânica (UFPB). Professor adjunto da Universidade de Pernambuco – Campus Garanhuns.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Mauricio Costa Goldfarb

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental permeia o debate social desde os tempos da Revolução Industrial, quando suas consequências passaram a impactar de modo mais expressivo as cidades. Nesta temática, o termo Salubridade pode representar a qualidade ambiental de forma ampla e, Saneamento as condições necessárias à sua melhoria. Segundo Santos e Filho (2016, p. 16), “o Saneamento Ambiental é compreendido como o conjunto de ações para promover e assegurar condições de bem-estar e segurança de uma população, através de sistemas de esgoto, de abastecimento de água, de coleta e disposição final do lixo”.

Apesar dos avanços observados por Santos e Filho (2015, p. 1), a exemplo do surgimento de políticas ambientais a partir da articulação entre esferas do governo Federal, Estadual e Municipal, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a questão do saneamento ambiental deficitário no Brasil ainda é um importante desafio a ser enfrentado.

Exatamente para possibilitar mensurações necessárias a implantação de políticas voltadas a questão ambiental, surgem os indicadores de salubridade ambiental. O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) proposto pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 1999) é uma ferramenta capaz de avaliar a Salubridade Ambiental de uma determinada região, representada por um valor numérico; possibilitando, entre outros, a avaliação comparativa do estado em que se encontram os serviços de saneamento ambiental.

Com o objetivo de analisar a qualidade ambiental na cidade de Garanhuns-PE, este trabalho investigou a evolução temporal dos indicadores de cobertura de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e coleta e destino dos resíduos sólidos. O Indicador de Salubridade Ambiental utilizado como referência neste trabalho, foi o proposto pela SABESP (1999), assim como a simplificação deste indicador apresentada por Moraes *et al.*, (2008). Dentre os indicadores analisados no período, o de resíduos sólidos foi o que mais próximo ficou da condição ideal, enquanto o esgotamento sanitário é o que ainda apresenta maior necessidade de atenção por parte dos agentes governamentais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme estudos do Ministério das Cidades (BRASIL, 2008), a região do Agreste Meridional Pernambucano ainda apresenta condições desfavoráveis no que se refere à qualidade da salubridade ambiental e de forma mais ampla, dos serviços de saneamento ambiental. Nesses estudos o MC observa a baixa cobertura de saneamento básico, em torno de 30%, além da grande desigualdade na distribuição desses serviços.

Para fins de mensuração da situação da qualidade ambiental e já utilizando o termo salubridade ambiental, a SABESP (1999) propôs o (ISA), a princípio para aplicação aos municípios do estado de São Paulo. A equação (1) apresenta o indicador:

$$ISA = 0,25.(I_{AB} + I_{ES} + I_{RS}) + 0,10.(I_{CV} + I_{RH}) + 0,05.I_{SE} \quad (01)$$



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

Onde ISA é o indicador de saneamento ambiental, I_{AB} é o indicador de abastecimento de água, I_{ES} é o indicador de esgoto sanitário, I_{RS} é o indicador de resíduos sólidos, I_{CV} é o indicador de controle de vetores, I_{RH} é o indicador de recursos hídricos e I_{SE} é o indicador socioeconômico.

Segundo Texeira, Filho e Santiago (2017, p. 1), o ISA tem importância no auxílio de gestores públicos nas tomadas de decisões para fins de serviços relacionados ao saneamento ambiental. Conforme detalhado na metodologia a seguir, fazem parte desses serviços e compõem o maior peso no cálculo do indicador, três elementos principais: o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos.

MÉTODO

O município de Garanhuns está situado no planalto da Borborema, a 842 metros acima do nível do mar, na mesorregião Agreste do estado de Pernambuco, na Microrregião de Garanhuns e do Agreste Meridional (Figura 1).

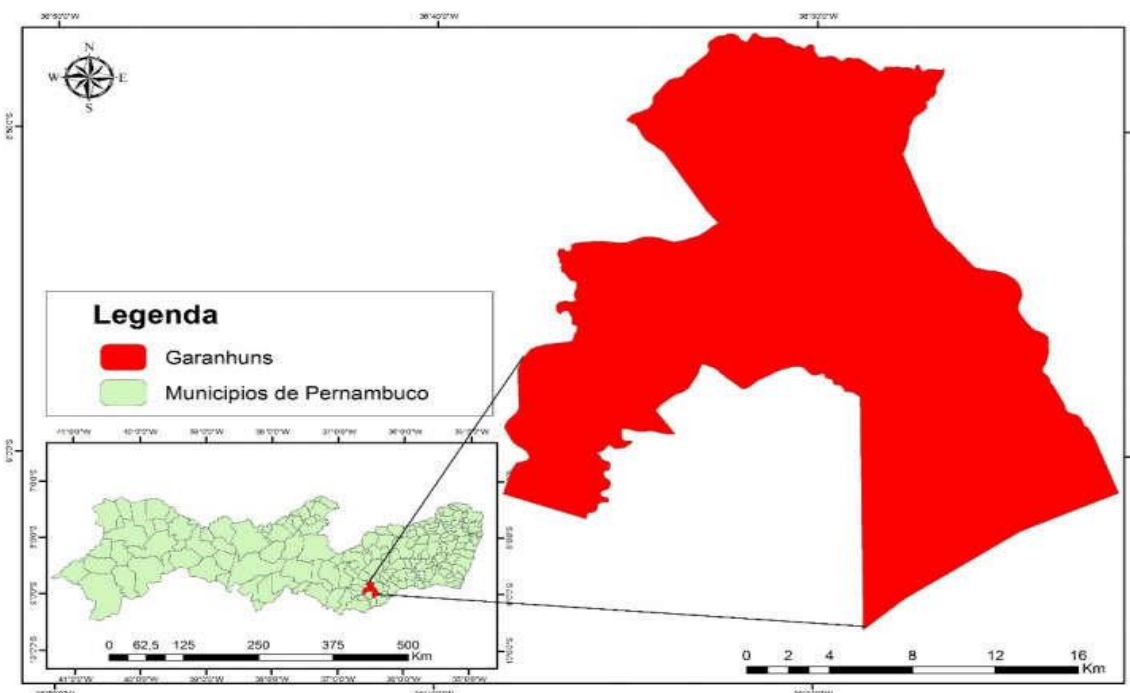


Figura 1 – Mapa da cidade de Garanhuns. Fonte: ResearchGate (2017)

O comércio da cidade é o mais forte e diversificado, sendo polo de 32 outros municípios do Agreste Meridional. Em 2021, o IBGE estimou sua população em 141.347 habitantes, dos quais 115.344 residindo na zona urbana e 14.048 na zona rural, sendo o nono município mais populoso do Estado, o segundo do Agreste e o terceiro do interior.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) do município é de 0,664 (IBGE, 2010), sendo considerado médio pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Este índice situa o município na décima sexta posição no *ranking* estadual.

De acordo com dados de 2018 do IBGE, o Produto Interno Bruto (PIB) gira em torno de 2,4 bilhões de reais; sendo 51,4% deste valor advindo do setor de serviços; na sequência aparecem as participações da indústria (23,3%), da administração pública (22,9%) e da agropecuária (2,4%).

Esse trabalho utilizou a equação proposta pela (SABESP, 1999), com adaptações deste apresentadas por Moraes *et al.*, (2008), onde o indicador de salubridade ambiental é simplificado apresentado pela média aritmética de três parâmetros principais:

$$ISAs = (IABs + IESs + IRSs)/3 \quad (02)$$

Onde ISAs é o indicador de saneamento ambiental simplificado; IABs é o indicador de abastecimento de água simplificado, calculado como sendo igual ao índice de cobertura de abastecimento de água, que é a razão de domicílios atendidos pelo sistema público de abastecimento de água e o número total de domicílios; IESs é o indicador de esgotos sanitários simplificado, calculado a partir do indicador de cobertura de esgoto, que é a razão do número total de domicílios atendidos por coleta de esgoto e o número total de domicílios; finalmente, IRSs é o indicador de resíduos sólidos simplificado, calculado a partir do indicador de coleta de lixo, dado pela razão entre o número de domicílios atendidos por coleta de lixo e o número total de domicílios.

Os dados da pesquisa foram obtidos no Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde (DATASUS) que disponibiliza, desde 1991, informações relativas à saúde da população brasileira. Assim, para o município de Garanhuns, os dados obtidos se referem aos anos de 1991, 2000 e 2010.

Foi necessário fazer uma interpolação, para estimar os dados do esgotamento sanitário do ano de 1991, não disponível à época da consulta no portal do DATASUS. A interpolação linear foi utilizada como método estatístico para estimar um valor desconhecido a partir de valores conhecidos, ou seja, para encontrar os valores aproximados a partir de pontos já existentes.

A partir destes dados e com uso do Excel, foi feito o diagrama de dispersão e inserção do modelo de evolução temporal dos três parâmetros a partir do Método dos Mínimos Quadrados; onde o eixo das abscissas representa o tempo em anos e o das ordenadas, os valores dos indicadores ambientais analisados, todos adimensionais.

Para avaliação da qualidade do ajuste foi calculado o Coeficiente de Determinação (R^2), conforme a equação 03:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - x_n) \times (y_i - y_m))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_n)^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - y_m)^2}$$

(03)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

Onde os valores x_i representam o tempo, em anos, dispostos no eixo das abcissas do gráfico de dispersão, e, os valores de y_i , no eixo das ordenadas, os indicadores ambientais analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cálculos dos indicadores de salubridade ambiental foram efetuados pela razão entre o número de domicílios atendidos pelo sistema público do indicador em questão e o número total de domicílios. Os resultados desses cálculos sempre vão variar de 0,0 a 1,0, sendo que quanto mais perto de 1,0 maior é a salubridade. Os cálculos foram feitos a partir dos dados coletados no DATASUS, com informações dos anos: 1991, 2000 e 2010; a exceção do IES do ano de 1991, obtida por uma interpolação linear:

$$(0,86-0,84) / (0,26-X) = (0,86-0,91) / (0,26-0,5) \quad (04)$$

Resultando em $X = 0,15$, o que completa o valor do indicador faltante na Tabela1 apresentada a seguir.

TABELA 1 – Valores de salubridade ambiental, após o cálculo do ajuste por meio da interpolação linear

ANO	IABs	IESs	IRSs
1991	0,84	X	0,81
2000	0,86	0,26	0,96
2010	0,91	0,50	0,98

(Fonte: autores)

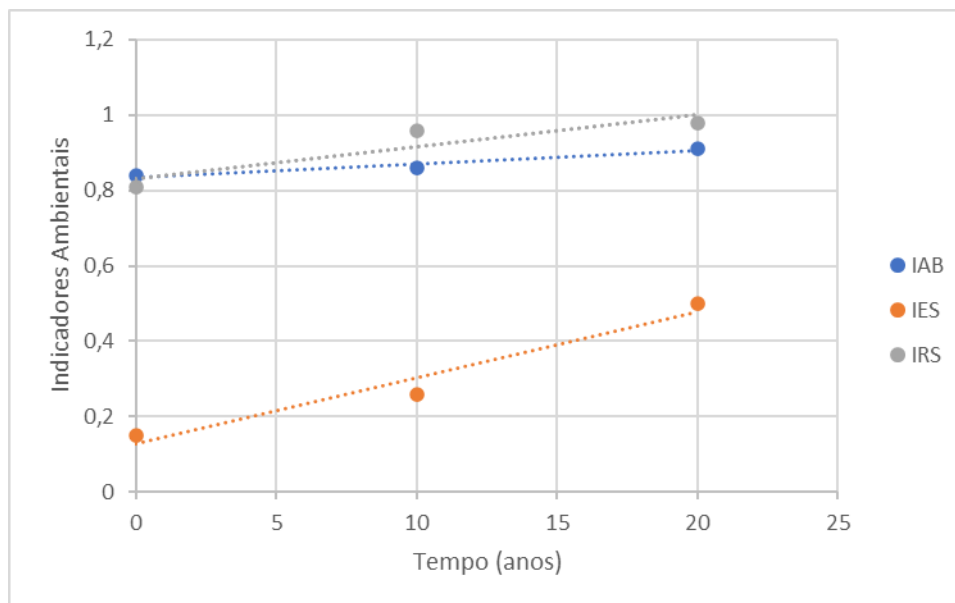
Da tabela 1, observa-se que a cada década o indicador IABs cresce consistentemente a taxas progressivas de 2,38% e 5,81%, indicando uma possível tendência de crescimento do abastecimento. O indicador IESs, apresentou nos mesmos intervalos, crescimentos de 73,33% na primeira década e de 92,31%, em relação à década anterior. Estes resultados mostram uma melhora significativa no esgotamento sanitário no município, sendo o parâmetro que obteve as melhoras mais significativas, possivelmente por ser também o mais deficitário do município e o que demandou mais investimentos ao longo destas três décadas estudadas. Já para o indicador IRSs, os crescimentos foram, respectivamente, 18,52% e 2,1%, que teve um crescimento muito menos acentuado na última década, o que pode ser atribuído a uma adesão do município à Política Nacional de Resíduos Sólidos e, conseqüentemente, construção de aterro sanitário.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

GRÁFICO 1 – Evolução dos Indicadores Ambientais



(Fonte: autores)

A partir da análise dos modelos no gráfico de dispersão da figura anterior, pode-se observar que o Indicador de Esgotamento Sanitário (IESs) foi o parâmetro que mais evoluiu durante todo o período analisado, saindo de 0,15 no ano de 1991 para 0,50 no ano de 2010. Apesar disso, conforme observado no último ano de análise, esse é o parâmetro mais crítico da questão ambiental no município de Garanhuns, sendo, portanto, o principal limitador da qualidade da salubridade ambiental no município.

Já o Indicador de Abastecimento de Água (IABs), teve um pequeno aumento, saindo de 0,84 no ano de 1991, ou seja, de um valor já elevado quando comparado aos demais indicadores, para 0,91 no ano de 2010. Quando comparado ao Indicador de Esgotamento Sanitário (IESs), esse indicador contribui de forma bem mais favorável à questão ambiental em Garanhuns; isso durante todo o período analisado.

O Indicador de Resíduo Sólido (IRSs) teve um aumento muito importante, saindo de 0,81 no ano de 1991 para 0,98 no ano de 2010. Esse é o melhor indicador de salubridade ambiental na cidade de Garanhuns. Esse aumento significativo está relacionado ao fato de o município de Garanhuns ter um aterro sanitário. Segundo Arcoverde e Araújo (2013, p. 5), esse aterro sanitário, fundado no ano de 2004, possui 17 hectares e nele são dispostos diariamente aproximadamente 150 toneladas de resíduos sólidos, vindo de Garanhuns e municípios circunvizinhos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

TABELA 2– Variação dos parâmetros

Parâmetros	Equação de ajuste do parâmetro	Coefficiente de determinação R ²	Variação percentual em todo o período (%)
IABs	$Y = 0,003x + 0,835$	$R^2 = 0,94$	7,0
IESs	$Y = 0,017x + 0,128$	$R^2 = 0,95$	35,0
IRSs	$Y = 0,008x + 0,831$	$R^2 = 0,83$	17,0
ISAs	$Y = 0,009x + 0,598$	$R^2 = 0,91$	20,0

(Fonte: autores)

Onde ISAs é o indicador de saneamento ambiental simplificado, calculado de acordo com a equação 2 apresentada na metodologia IABs é o indicador de abastecimento de água simplificado, IESs é o indicador de esgoto sanitário simplificado, e, IRSs é o indicador de resíduos sólidos simplificado. Todos os valores dos coeficientes de determinação dos modelos R², foram superiores a 0,83, indicando correlação forte, e, portanto, possibilidade de utilização destes modelos para análise da evolução temporal dos indicadores. A equação de maior coeficiente angular, aproximadamente 0,018, é justamente a que representa o esgotamento sanitário do município e por conseguinte é este o parâmetro com maior variação no período total de análise que foi de 35%. No entanto, como já foi observado, é esse o parâmetro que contribui de forma mais desfavorável na composição da questão da salubridade ambiental em Garanhuns.

CONSIDERAÇÕES

A avaliação do abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, sub parâmetros do Indicador de Salubridade Ambiental, possibilitam uma análise importante dos principais parâmetros que compõe a qualidade ambiental do município. A relativamente elevada cobertura de abastecimento de água em todo o período analisado foi importante para manutenção da qualidade ambiental no município devido obviamente aos vários benefícios sociais relacionados ao uso da água.

O indicador de resíduos sólidos foi o que mais próximo ficou da condição ideal no final do período analisado, sendo seu índice de 0,98. Fato esse relacionado à presença do aterro sanitário que tem possibilitado, junto com as ações de coleta, o adequado manejo dos resíduos, garantindo nesse aspecto, a qualidade ambiental para promoção tanto da saúde da população quanto de diversos ecossistemas relacionados.

Apesar do aumento observado em todo o período de estudo, o indicador de esgotamento sanitário é, sem dúvida, o parâmetro que contribui de forma mais desfavorável na composição da salubridade ambiental em Garanhuns. A melhora da qualidade e principalmente a ampliação da cobertura dos sistemas de esgotamento sanitários é, portanto, o elemento mais importante a influenciar a qualidade da salubridade ambiental no município.

Essa temática é muito importante, pois tem muito a ver com o desenvolvimento, com qualidade de vida de uma população, então é interessante que surjam novos trabalhos para se discutir esse



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE: UMA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL
Maurílio Pereira Santos, Irami Buarque do Amazonas, Maurício Costa Goldfarb

assunto, trabalhos que expandam essa análise para outros municípios, inclusive na região do Agreste Meridional.

REFERÊNCIAS

ARCOVERDE, G. C. L.; ARAÚJO, M. S. L. C Resíduos sólidos em Garanhuns, Pernambuco: uma questão de saúde pública. *In: Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO*. Universidade Católica de Pernambuco - Recife - PE 2013. p. 5, 2013.

BRASIL. **LEI FEDERAL**. Brasília: Planalto, s. d. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 13 fev. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: Esplanada dos Ministérios, 2008. 11 p.

DATASUS – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. **Informações em (TABENT):** Garanhuns. Pernambuco: Datasus, 1991. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/sanpe>. Acesso em 16 jan. 2023.

GARANHUNS. **Aspectos Geográficos De Garanhuns**. Garanhuns: [s. n.], s. d. Disponível em: <https://garanhuns.pe.gov.br> Acesso em: 10 jan. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 10 fev. 2023.

IDH – INDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO. Disponível em: <https://pt.m.wikipedia.org> Acesso em: 12 jan. 2023.

MORAES, W. B. S.; SILVA, E. L.; GOLDFARB, M. C. Análise da distribuição espacial do Saneamento Ambiental no município de Cachoeirinha (PE). *In: IX Congresso de Recursos Hídricos do Nordeste*. Salvador, 2008.

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO. **Cidades**. Brasília: PIB, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 09 fev. 2023.

RESEARCHGATE. Mapa De Localização Do Município De Garanhuns. **Research Gate**, 2017. Disponível em: <https://imagens.app.goo.gl/pYA142ha88m5LCRXA>. Acesso em: 3 mar. 2023.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 1999. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br>. Acesso em: 21 fev. 2023.

SANTOS, F. F. S. **Adaptação do indicador de salubridade ambiental (ISA) para análise do saneamento básico na cidade de Brejo Grande/SE**. 2016. 161 f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

SANTOS, F. F. S.; FILHO, J. D. O uso do indicador de salubridade ambiental (ISA) para análise do saneamento básico na sede do município de Brejo Grande/SE. **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre/RS, p. 1, 2015. Acesso em: 13 fev. 2023.

TEXEIRA, D. A.; FILHO, J. F. P.; SANTIAGO, A. F. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA): os 17 anos da prática no Brasil**. Belo Horizonte/MG: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017. Acesso em 09 fev. 2023.