

Estudo socioambiental dos municípios da bacia do Alto Rio Guamá, Amazônia Oriental, Pará

Esta pesquisa objetivou caracterizar as condições socioambientais do município de São Miguel do Guamá em relação aos municípios da bacia do alto Rio Guamá na Amazônia Oriental. Os municípios estudados foram São Miguel do Guamá, Garrafão do Norte, Capitão Poço, Ourém, Irituia, São Domingos do Capim, Bujarú e Belém, localizados no Estado do Pará. Foram utilizados os seguintes indicadores socioambientais: IDH-M, cobertura por sistema de abastecimento de água (%), cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%), morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações), disponibilidade hídrica superficial (m³/s). Os índices foram obtidos através de dados oficiais disponíveis em plataformas governamentais, durante os anos de 1991 até 2010. Para analisar a correlação dos índices entre os municípios foi utilizado o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r). Foram verificadas fortes correlações entre os indicadores sistema de abastecimento de água (%), rede de esgotamento sanitário (%), disponibilidade hídrica superficial (m³/s) com os dados de IDH-M. Rede de esgotamento sanitário (%) apresentou forte correlação com morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações). A correlação entre diferentes variáveis permitiu um melhor entendimento do cenário socioambiental do município de São Miguel do Guamá em relação aos municípios do alto rio Guamá, sendo uma pesquisa com abordagem metodológica pioneira para esta região da Amazônia Oriental.

Palavras-chave: Condições socioambientais; Indicadores; Bacia hidrográfica; Nordeste paraense; Amazônia.

Socio-environmental study of the cities in the upper Guamá River Basin, Eastern Amazon, Pará

This research aimed to characterize the socio-environmental conditions of the municipality of São Miguel do Guamá in relation to the municipalities of the upper Rio Guamá basin in the Eastern Amazon. The municipalities studied were São Miguel do Guamá, Garrafão do Norte, Capitão Poço, Ourém, Irituia, São Domingos do Capim, Bujarú and Belém, located in the State of Pará. The following socio-environmental indicators were used: HDI-M, coverage by water supply system (%), coverage by sewerage system (%), diarrhea and gastroenteritis morbidity (number of hospitalizations), surface water availability (m³/s). The indexes were obtained through official data available on government platforms, from 1991 to 2010. To analyze the correlation of indexes between municipalities, Pearson Correlation Coefficient (r) was used. Strong correlations were verified between the indicators of water supply system (%), sewerage network (%), surface water availability (m³ / s) with the HDI-M data. Sewerage network (%) showed a strong correlation with morbidity due to diarrhea and gastroenteritis (number of hospitalizations). The correlation between different variables allowed a better understanding of the socio-environmental scenario of the municipality of São Miguel do Guamá in relation to the municipalities of the upper river Guamá, being a research with a pioneering methodological approach for this region of the Eastern Amazon.

Keywords: Socio-environmental conditions; Indicators; Hydrographic basin; Northeastern Pará; Amazon.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **15/08/2021**

Approved: **16/09/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Eduardo Ribeiro Marinho

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2214813622704219>
educnquimica2011@hotmail.com

Maria Isabel Vitorino

Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4813399912998401>
<http://orcid.org/0000-0003-3253-5301>
vitorino@ufpa.br

Ivan Carlos da Costa Barbosa

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3888979612130966>
<http://orcid.org/0000-0002-7358-5789>
ivan.barbosa1212@gmail.com

Hyago Elias Nascimento Souza

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9712810427104066>
<http://orcid.org/0000-0001-8765-2981>
eng.hyagosouza@gmail.com

Emerson Renato Maciel da Silva

Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://orcid.org/0000-0001-8643-0826>
emersonrvs255@gmail.com

Fernanda da Silva de Andrade Moreira

Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-7426-1604>
fsamoreira@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0028

Referencing this:

MARINHO, E. R.; VITORINO, M. I.; BARBOSA, I. C. C.; SOUZA, Y. E. N.; SILVA, E. R. M.; MOREIRA, F. S. A.. Estudo socioambiental dos municípios da bacia do Alto Rio Guamá, Amazônia Oriental, Pará. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.9, p.363-375, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0028>

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de suma importância para a manutenção da vida no planeta, e até pouco tempo considerada um bem de utilização infinita por grande parte da população (MIRANDA et al. 2009; PIRATOBA et al., 2017). A sua utilização nos mais diversos setores, abastecimento público, a indústria, a geração de energia, o saneamento básico, a recreação, configuram um importante recurso de manutenção da vida com qualidade e desenvolvimento sócio econômico (ZHANG et al., 2010; ALVARENGA et al., 2012).

Ocorre que a partir das últimas décadas, a rapidez no desenvolvimento industrial atrelado a um aumento da população e da produtividade agrícola gera uma preocupação não somente em nível do quantitativo de água no planeta, mas, sobretudo em sua disponibilidade e qualidade para consumo humano (MIRANDA et al., 2009), tendo em vista a degradação dos corpos de água ser influenciada diretamente pelos impactos das atividades humanas (SILVA et al., 2008; MIRANDA et al., 2009).

O crescimento populacional, a expansão da fronteira agrícola, a implantação de indústrias de grande porte, o desenvolvimento econômico estão intimamente atrelados ao aumento na demanda de água em qualquer comunidade (MULLER, 1996; BUENO et al., 2005; SILVA et al., 2009). Para Tucci (2008) e Silva et al. (2008) a acelerada urbanização da sociedade sem um correto planejamento, acaba por aumentar a influência antrópica sobre os recursos hídricos, especialmente nos setores de abastecimento urbano.

A acelerada produção de resíduos sólidos atrelada a um descarte inadequado no meio ambiente acaba por originar inúmeros impactos, destacando; a contaminação do solo, poluição das águas subterrâneas e superficiais, transmissão de doenças por vetores e contaminantes de lixões (PEREIRA et al., 2013; SILVA et al., 2008).

Segundo Libânio et al. (2005), a contaminação dos corpos hídricos representa um dos principais problemas a saúde pública, destacando a estreita relação entre qualidade de água e enfermidades que acometem a população, principalmente os setores mais pobres da sociedade. Silva Júnior et al. (2016), discorrem sobre a preocupação em saber integrar as inúmeras estatísticas sociais e de saúde de modo a caracterizar as condições de vida de uma determinada população.

A saúde deve ser retratada como resultado das relações entre variáveis ambientais, sociais e econômicas que acarretam as condições mínimas para uma boa qualidade de vida (TEIXEIRA et al., 2012). A correlação de tais variáveis representa uma importante ferramenta para auxiliar o gerenciamento do bem estar global dos indivíduos (SILVA JÚNIOR et al., 2016).

Nessa perspectiva é apresentado um estudo do município de São Miguel do Guamá, em comparação com outros municípios da bacia do alto do Rio Guamá, nordeste paraense e a capital do estado Belém. A justificativa de se estudar tais municípios deve-se a importância que o rio Guamá tem nas atividades portuárias, econômicas e na utilização da água, para diferentes fins, das famílias ribeirinhas da região.

Na necessidade de compreender como as relações de diferentes indicadores sociais e de

saneamento básico podem caracterizar a importância da qualidade de água, o objetivo do presente trabalho centra-se em caracterizar as condições socioambientais do município de São Miguel do Guamá, em comparação com os municípios da bacia do alto rio Guamá, Pará.

METODOLOGIA

Área de Estudo

São Miguel do Guamá é um município brasileiro do estado do Pará, localizado na mesorregião do nordeste paraense e na microrregião do Guamá, figura 01, faz fronteiras com os municípios de Santa Maria do Pará e Bonito ao Norte, Ourém a leste, São Domingos do Capim e Irituia ao Sul e Inhangapi e Castanhal a Oeste. São Miguel do Guamá é cortado pelo Rio Guamá, de Oeste para Leste apresenta 9 metros de altitude, situando-se a 48 km de Capitão Poço e a 150 km de Belém (IBGE, 2018).

O rio Guamá, afluente do rio Pará, localiza-se em uma área de limitação do nordeste da Amazônia. Sua bacia corresponde a uma área de drenagem de aproximadamente 87.389,5km², medindo entre 1.360 e 2.000 m de largura, em um curso total 700 km (UHLY et al., 2004; TORRES, 2007; MONTEIRO, 2009). Ele nasce nos municípios de Ipixuna e de Nova Esperança do Piriá, acima de Paragominas, seguindo por Capitão Poço e Garrafão do Norte, a sudoeste, e por fim para norte-nordeste até o município de Ourém (TORRES, 2007).

A partir disso, a orientação de seu curso passa a dividir São Miguel de outros três municípios, somado ao rio Capim na altura da região próxima a cidade de São domingos do Capim, vem a desaguar na baía do Guajará, em Belém. Na margem esquerda os seus afluentes mais importantes são representados pelos rios Acará, Capim e Moju (TORRES, 2007; SANTOS et al., 2015). É navegável por pequenas embarcações até sua primeira cachoeira, a 225 km de Belém. Na sua foz, na Baía do Guajará, atinge 900 km de largura (TORRES, 2007; MONTEIRO, 2009).



Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo: Alto Rio Guamá. **Fonte:** IBGE (2017).

As coordenadas geográficas, unidade territorial e principal atividade econômica dos municípios paraenses localizados as margens do Rio Guamá, Pará, do presente estudo, foram sintetizados na tabela 1. A escolha de tais municípios foi feita diante da necessidade de caracterizar o desenvolvimento socioambiental e econômico das regiões nas interseções do rio Guamá, Pará. Tendo em vista o rio Guamá ser responsável pela navegabilidade de inúmeras embarcações, viável nos últimos 160 km do rio, que

auxiliam o desenvolvimento do comércio e a economia de várias regiões do nordeste paraense.

Dados

As informações foram obtidas por meio da análise; do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, IDH-M com base nos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018). Sua análise foi feita mediante a classificação com base no Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, IDH de: 0 até 0,49 (muito baixo); 0,50 até 0,59 (baixo); 0,60 até 0,69 (médio); 0,70 até 0,79 (alto) e 0,80 até 1 (muito alto).

A cobertura por sistema de abastecimento de água (%) foi analisada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, a cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) pelo Sistema de Informação da Atenção Básica - SIAB, ambos para o ano de 2000 a 2010. As taxas de morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações), foram estudadas com base no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil – DATASUS (2018), no período de 2000 a 2010. A disponibilidade hídrica superficial (m³/s) medida pelos dados de vazão do rio Guamá com base no mapa de disponibilidade hídrica superficial da Agência Nacional de Águas – ANA (2018).

A escolha de tais indicadores foi feita em decorrência da importância que representam para o estudo dos recursos básicos de saúde, políticas públicas, saneamento e população (SILVA JÚNIOR et al., 2016).

Tabela 1: Municípios do entorno do rio Guamá analisados, suas coordenadas geográficas, unidade territorial (km²) e participação do maior valor adicionado municipal (%) (IBGE e FAPESPA).

| Município | Coordenadas | Unidade Territorial (km ²) | %Participação Municipal (VA) |
|-----------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|
| Garrafão do Norte | 1º 56' 03" S, 47º 03' 09" W | 1.599,028 Km ² | Administração Pública (46,75%) |
| Capitão Poço | 1º 44' 47" S, 47º 03' 34" W | 2.899,553 Km ² | Administração Pública (34,19%) |
| Ourém | 1º 33' 07" S, 47º 06' 52" W | 562,388 Km ² | Agropecuária (35,19%) |
| Irituia | 1º 46' 16" S, 47º 26' 17" W | 1.379,362 Km ² | Administração Pública (46,84%) |
| São Miguel do Guamá | 1º37'36" S, 47º29'00" W | 1.110,175 Km ² | Administração Pública (32,71%) |
| São Domingos do Capim | 1º 40' 27" S, 47º 46' 16" W | 1.677,249 Km ² | Agropecuária (42,50%) |
| Bujarú | 1º 30' 54" S, 48º 02' 41" W | 1.005,168 Km ² | Agropecuária (61,64%) |
| Belém | 1º 27' 21" S, 48º 30' 16" W | 1.059,458 Km ² | Serviços (65,19%) |

Análise Estatística

Foi aplicado o método de regressão linear, através da obtenção do coeficiente de correlação linear de Pearson (r), como forma de correlacionar entre si, os indicadores já apresentados. O IDH-M foi o único indicador analisado nos anos de 1991, 2000 e 2010, tanto para as correlações dos municípios no entorno do rio como para São Miguel do Guamá, considerando os valores do censo demográfico dos respectivos

anos para o IBGE.

Para a correlação entre os municípios do entorno do rio Guamá foi considerado apenas os valores referentes ao ano de 2010, tendo em vista os coeficientes obtidos para este período apresentarem melhores proporções estatísticas. Para as correlações do município de São Miguel do Guamá, foi feita a análise dos indicadores para os anos de 2000, 2005 e 2010, pois o cálculo das correlações lineares necessita de uma proporção numérica, crescente ou decrescente, entre as séries amostrais.

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) corresponde em uma medida de valores entre +1 até -1 o qual quantifica o relacionamento linear entre séries amostrais. Para Spiegel (1972), esta correlação compreende o quociente entre a covariância e o produto dos seus desvios padrões, conforme demonstrado na equação (1) abaixo.

$$\rho_{x,y} = \frac{COV(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Onde, COV representa a covariância; X,Y das variáveis; $\sigma_X \sigma_Y$ o desvio padrão das variáveis. Valores próximos de +1 indicam forte correlação direta entre os parâmetros, enquanto que valores próximos de -1 indica forte correlação inversa, valores próximos de zero indicam ausência de correlação. Dancy et al. (2006) indicam uma classificação para coeficiente, sendo que $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,60$ (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 representa o crescimento populacional, em número de habitantes, e o produto interno bruto municipal – PIB, em reais, dos municípios do entorno do Rio Guamá, localizados no nordeste paraense. Os valores são referentes aos anos de 2000, 2005 e 2010, analisados com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A população para o município de Belém (não mostrado no gráfico) corresponde a 1.280.614 habitantes em 2000; 1.405.873 habitantes em 2005; 1.393.399 habitantes em 2010. O PIB municipal de Belém equivale a R\$: 6.464.402.000 em 2000; R\$: 11.277.478.000 em 2005 e R\$: 18.801.039.000 em 2010.

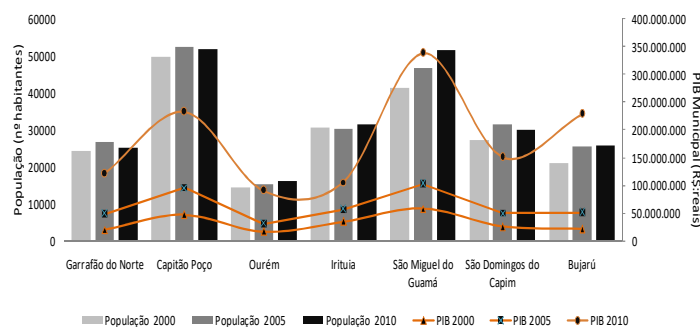


Figura 2: Crescimento populacional, em nº de habitantes e PIB Municipal, dos municípios localizados no entorno do rio Guamá, Nordeste Paraense. Anos de 2000, 2005 e 2010.

É verificado na figura 2, um acentuado crescimento populacional para os municípios de Capitão Poço e São Miguel do Guamá em 2010, assim como um destaque para o PIB-Municipal de São Miguel do

Guamá, correspondente a R\$: 338.330.000 em 2010. Dados revelam que o aumento da economia do município de São Miguel do Guamá, coloca a região como em quinquagésimo terceiro lugar no ranking estadual de crescimento do PIB municipal do estado em relação às atividades econômicas desenvolvidas no lugar (CORDOVIL et al., 2011).

A indústria de cerâmica existente no município é relevante ao progresso da economia local, pois além de gerar empregos para grande parte da população, faz do município um destaque na economia paraense sendo caracterizado como referência no setor de produção de telhas e tijolos da região norte (CORDOVIL et al., 2011; NEGRÃO et al., 2015; LIMA, 2016).

A figura 3, 3a: representa uma comparação, entre os índices de desenvolvimento humano municipal – IDH-M e a cobertura por sistema de abastecimento de água (%) dos municípios localizados no entorno do rio Guamá. 3b. Mostram os valores de correlação, coeficiente de Pearson r , entre os oito municípios estudados. 3c: Representa somente correlações para o município de São Miguel do Guamá.

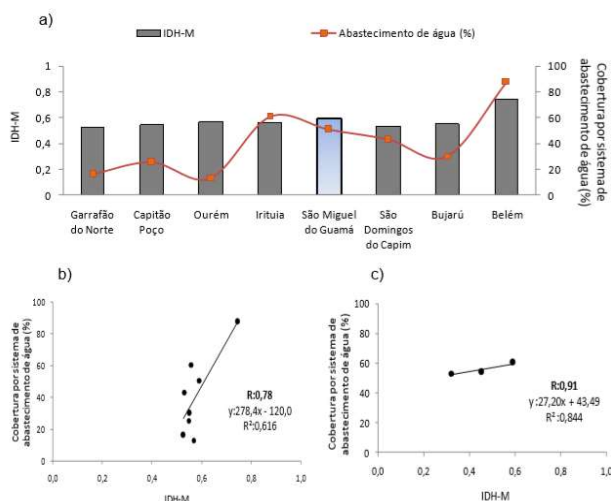


Figura 3: Relação entre o IDH-M e cobertura por sistema de abastecimento de água (%) 3a: Comparação dos municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010 3b: Correlação estatística dos municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010. 3c: Correlação para São Miguel do Guamá. Anos: 2000, 2005 e 2010.

É verificado em 3a, que Belém apresenta um IDH-M alto (0,74) e um sistema de abastecimento de água (87,70%), superior a todos os demais municípios. São Miguel do Guamá apresenta o maior IDH-M entre os municípios do nordeste paraense (0,59), estando na transição para a categoria alta, as demais regiões apresentam similaridade quanto aos valores do IDH-M (0,55 a 0,56), todas na categoria baixa. O abastecimento de água entre os municípios do nordeste paraense é maior em Irituia (60,67%) e em São Miguel do Guamá (50,75%).

A figura 3b mostra uma forte e positiva correlação entre o IDH-M e o sistema de abastecimento de água para os municípios no entorno do rio Guamá (r : 0,78). O mesmo pode ser verificado em 3c, estatística de correlação similar para o município de São Miguel do Guamá (r : 0,91). O crescimento diretamente proporcional entre os valores de IDH-M e o abastecimento de água reflete que as ações de saneamento básico são essencialmente necessárias para se estabelecer condições salubres que concedam o pleno desenvolvimento humano (LIBÂNIO et al., 2005; SILVA JÚNIOR et al., 2016). Libânio et al. (2005) afirmam que a justificativa de tal correlação ser elevada, é devido ao cálculo desse índice levar em consideração a

estatística de renda da população, além de estatísticas de educação e a expectativa de vida.

A figura 4, 4a: representa uma comparação do IDH-M e da cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) dos municípios do entorno do rio Guamá, Pará. 4b: Correlação linear de Person, r , entre os oito municípios as margens do rio. 4c: Correlação linear para o município de São Miguel do Guamá.

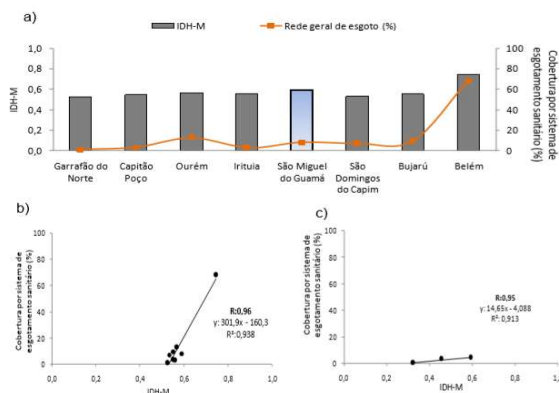


Figura 4: Relação entre o IDH-M e cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%). 4a: Comparação entre os municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010. 4b: Correlação entre os municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010. 4c: Correlação para São Miguel do Guamá. Ano: 2000, 2005 e 2010.

É verificada na figura 4a, que Belém detém o maior percentual de cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) em comparação as demais regiões. Para os municípios do nordeste paraense, São Miguel do Guamá ocupa a terceira posição com o valor de 8,1% de esgotamento sanitário adequado, Ourém apresenta 12,95% e Bujarú 9,6%.

É destaque, tanto na figura 4b e 4c, fortes e positivos valores de correlação estatística entre o IDH-M e a cobertura por sistema de esgotamento sanitário nos municípios ($r = 0,96$ e $r = 0,95$). Isso mostra que as ações governamentais de eficiência e boas práticas de governança nos sistemas de saneamento interferem diretamente na qualidade de vida e no desenvolvimento da população (SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2017). Teixeira et al. (2012) defendem que quanto menor a renda per capita de determinada população, mais vulnerável está a exclusão sanitária.

A figura 5, 5a: representa um quadro comparativo do IDH-M e da morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações). 5b: Correlação estatística entre os oito municípios do entorno do rio Guamá. 5c: Correlação estatística para o município de São Miguel do Guamá.

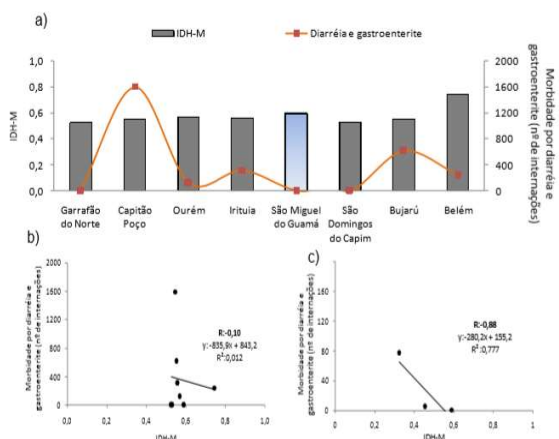


Figura 5: Relação entre o IDH-M e morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações). 5a: comparação entre os municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010. 5b: Correlação dos municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010. 5c: Correlação para São Miguel do Guamá. Anos: 2000, 2005 e 2010.

Os valores de morbidade por diarreia e gastroenterite são elevados para o município de Capitão Poço, nordeste paraense (1.593 casos de internação), seguido de Bujarú (613 internações), e Irituia (311 internações). São Miguel do Guamá apresentou o registro de apenas um caso de internação no período de estudo. Os dados estatísticos do coeficiente de correlação baixo e negativo em 5b ($r: -0,10$), mostra que ocorre uma proporção inversa entre os valores de IDH-M e morbidade por diarreia e gastroenterite. O fato de esse coeficiente ser baixo é devido aos elevados casos de internação de diarreia e gastroenterite não acompanharem uma redução, se comparados com o crescimento dos valores de IDH-M entre os municípios no entorno do rio.

Quando a mesma estatística é feita para o município de São Miguel do Guamá, figura 5c, é verificada uma correlação forte e negativa ($r: -0,88$), tendo em vista que o número de casos de internação das doenças ser inversamente proporcional com o crescimento do IDH-M da população guamaense.

A explicação de tal correlação ser elevada ocorre pelo fato do cálculo do IDH-M levar em consideração a longevidade, expectativa de vida da população em anos. Doenças diarreicas e gastrointestinais interferem no quadro clínico de saúde do indivíduo, interferindo neste modo em sua longevidade. Para Teixeira et al. (2012), a saúde deve ser analisada como produto das relações entre variáveis sociais, econômicas e ambientais. Logo os indicadores de desenvolvimento humano servem como uma importante ferramenta na documentação das condições de vida, e no estado de saúde de determinada população (TEIXEIRA et al., 2005; FRANCESCHINI et al., 2009). A figura 6,6a: mostra a comparação entre os valores de IDH-M e disponibilidade hídrica superficial (m^3/s). 6b: Correlação estatística entre os oito municípios no entorno do rio Guamá. 6c: Correlação estatística para São Miguel do Guamá.

É verificado na figura 6a, que quando o curso do rio Guamá se aproxima da foz, maior a sua disponibilidade hídrica superficial (m^3/s). Belém apresenta valores em vazão superior aos demais municípios estudados ($279,40m^3/s$). Garrafão do Norte e Capitão Poço, localizados nas proximidades da nascente do rio, apresentam vazões menores ($12,71m^3/s$). São Miguel do Guamá apresenta valores de vazão intermediários entre os municípios em destaque ($42,43m^3/s$). Segundo Aquino et al. (2005), os rios apresentam vazão máxima em sua foz, onde a velocidade de água corrente é influenciada diretamente pela declividade do leito, viscosidade da água, largura e profundidade do canal.

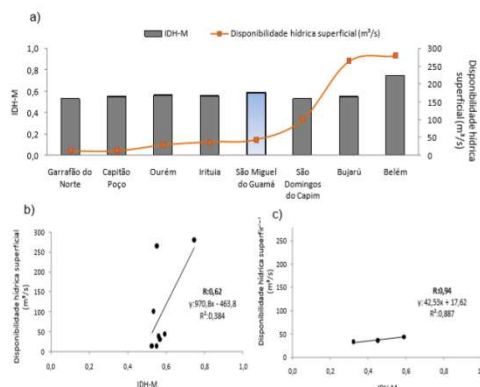


Figura 6: Relação entre o IDH-M e disponibilidade hídrica superficial (m^3/s). 6a: Comparação entre os municípios no entorno do Rio Guamá. Ano: 2010 6b: Correlação entre os municípios no entorno do rio Guamá. Ano: 2010. 6c: Correlação para São Miguel do Guamá. Anos: 2000, 2005 e 2010.

Os valores, positivo e moderado da figura 6b ($r: 0,62$) e positivo e forte da figura 6c ($r: 0,94$) evidenciam uma proporção direta entre os dados de IDH-M e os cursos d'água. Essa proporção não deve ser entendida como regra geral, tendo em vista que os valores de IDH-M podem não ser influenciados pela disponibilidade hídrica de determinada região. Libânio et al. (2005) mostra em seu trabalho exemplos de regiões brasileiras com baixa disponibilidade hídrica per capita ($< 10.000 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$) noroeste do Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, com IDH elevado ($> 0,7$), em contrapartida regiões do país com elevadas taxas de disponibilidade de água ($> 100.000 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$) Acre e Amazonas, com baixo IDH ($< 0,7$).

Allan (2003), Dias et al. (2015); Souza et al. (2016) discorrem sobre o fato de que a disponibilidade de água em quantidade necessária ao atendimento de demandas populacionais específicas e setores industriais é um fator de importância ao desenvolvimento de algumas regiões do país. Já Libânio et al. (2005), afirma que as reservas hídricas não devem ser analisadas somente por termos quantitativos, pois estas dizem respeito somente à potencialidade dos recursos, e não sobre disponibilidade dos mesmos.

A figura 7, 7a: representa uma comparação entre os valores de cobertura por sistema de abastecimento de água (%) e a morbidade por diarreia e gastroenterite (n° de casos de internação). 7b: a correlação estatística entre os municípios no entorno do rio Guamá, 7c: correlação estatística para o município de São Miguel do Guamá.

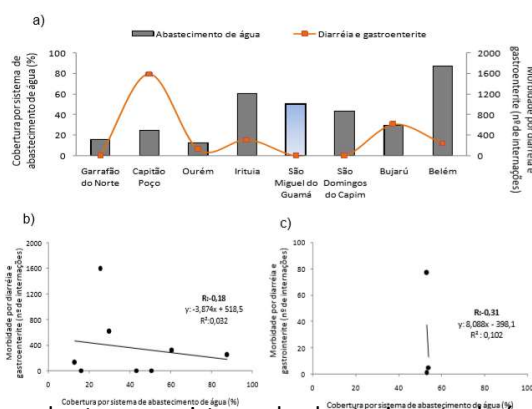


Figura 7: Relação entre a cobertura por sistema de abastecimento de água (%) e morbidade por diarreia e gastroenterite (n° de internações). 7a: Comparação entre os municípios no entorno do rio Guamá. Ano: 2010 7b: Correlação entre os municípios no entorno do rio Guamá. Ano: 2010. 7c: Correlação para o município de São Miguel do Guamá. Anos: 2000, 2005 e 2010.

É verificada na figura 7a, uma relação inversa entre o sistema de abastecimento de água (%) e os valores de morbidade por diarreia e gastroenterite (n° de internações). Belém apresenta entre os municípios a maior rede de abastecimento de água (87,70%) e valores relativamente moderados para diarreia e gastroenterite (242 casos de internação), em comparação com Capitão Poço que apresenta uma das menores redes de abastecimento de água (25,43%) e uma elevada taxa de casos de diarreia e gastroenterite (1.593 internações).

São Miguel do Guamá apresenta o segundo maior sistema de abastecimento de água (50,75%) dos municípios do nordeste paraense e um número baixo de internações referente à diarreia e gastroenterite (1 caso). Tal fato pode ser a justificativa da sua correlação, figura 7c ($r: -0,31$), ser superior a da correlação da figura 7b, ($r: -0,18$), tendo em vista o número de internações por diarreia e gastroenterite não diminuir

com o aumento do sistema de abastecimento de água nos demais municípios do nordeste paraense.

O prevaecimento de tais doenças, mesmo com elevado sistema de abastecimento de água é um indicativo da fragilidade dos sistemas públicos de saneamento (LIBÂNIO et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2012). Heller (1998) e Teixeira et al. (2012), expõem que as infraestruturas sanitárias deficientes afetam as condições de saúde e vida de populações em países em desenvolvimento, onde doenças infecciosas são as principais causas de morbidade e mortalidade infantil. Em trabalhos de revisão bibliográfica Heller (1998), conclui que a melhoria dos indicadores de saúde pública, é em função da reforma da rede de abastecimento de água e dos sistemas de esgotamento sanitário.

A figura 8, 8a: representa uma comparação entre a cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) e a morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações) entre os municípios do entorno do rio Guamá. 8b: A correlação estatística entre os oito municípios. 8c: A correlação estatística para o município de São Miguel do Guamá.

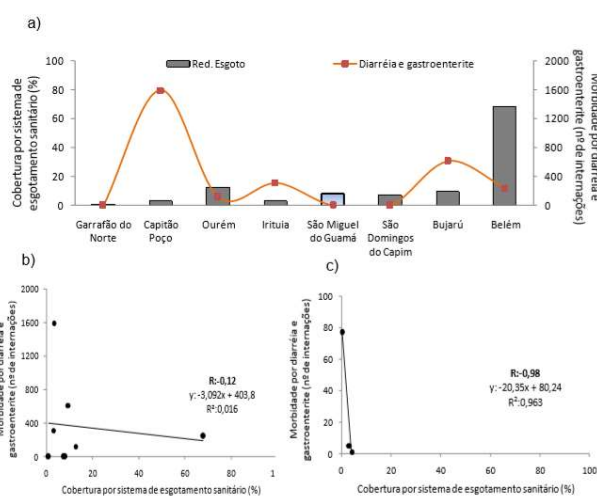


Figura 8: Relação entre a cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) e morbidade por diarreia e gastroenterite (nº de internações). 8a: Comparação entre os municípios no entorno do rio Guamá. Ano: 2010. 8b: Correlação entre os municípios no entorno do rio Guamá. Ano: 2010 8c: Correlação para o município de São Miguel do Guamá. Anos: 2000, 2005 e 2010.

A figura 8, 8a, mostra que existe uma precariedade no sistema de esgotamento sanitário entre os municípios do nordeste paraense, nenhum outro chega a ter mais que 13%, e os mesmos não acompanham uma redução nos valores dos casos de diarreia e gastroenterite. Fato este que justifica a fraca e negativa correlação mostrada na figura 8b, ($r: -0,12$). Em contrapartida a figura 8c revela uma forte e negativa correlação ($r: -0,98$), evidenciando que o crescimento do quadro de esgotamento sanitário em São Miguel do Guamá acompanha uma redução nos valores de casos de internação de diarreia e gastroenterite.

A forte correlação inversamente proporcional entre a rede de esgotos e os casos de internação, evidencia que há uma estreita relação entre questões das áreas de recursos hídricos, saneamento ambiental, saúde pública e esgotamento sanitário (SOUZA et al., 2016; SOARES et al., 2017). Onde a precariedade do saneamento básico afeta, sobretudo, elevadas taxas de enfermidades em população de baixa renda (LIBÂNIO et al., 2005; SILVA JÚNIOR et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2012). Libânio et al. (2005) e Teixeira et al. (2012) apresentam em seu trabalho a forte relação entre a cobertura de serviços de rede de esgoto com o aumento de indicadores de saúde pública.

CONCLUSÕES

É verificada no presente estudo, uma elevada interação estatística entre os indicadores sociais, saúde, saneamento básico e disponibilidade hídrica, entre os municípios do entorno do rio Guamá, sobretudo para a região de São Miguel do Guamá, nordeste paraense. Tais correlações evidenciam a necessidade de um estudo socioambiental onde os indicadores sejam analisados de forma conjunta, e não de maneira isolada.

Em síntese se constatou; fortes correlações positivas entre o IDH-M e a cobertura por sistema de abastecimento de água (%), cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%), e disponibilidade hídrica superficial (m^3/s) entre os municípios no entorno do rio Guamá e para o município de São Miguel do Guamá, assim como, fortes correlações negativas entre IDH-M e morbidade por diarreia e gastroenterite em São Miguel do Guamá. A cobertura por sistema de esgotamento sanitário (%) apresentou fortes correlações negativas com os casos de internação de diarreia e gastroenterite em São Miguel do Guamá.

Foram observadas correlações fracas e negativas entre o IDH-M e os casos de morbidade por diarreia e gastroenterite, assim como o abastecimento de água (%) e rede de esgotamento sanitário (%) com as doenças, para os municípios no entorno do rio Guamá. Indicativo de que tais municípios mesmo com um crescimento do IDH-M e saneamento básico ao longo dos anos, não acompanharam uma redução nos casos de doenças relacionadas à contaminação por água contaminada. Evidenciando uma fragilidade na saúde da população da região.

O mesmo não pode ser analisado para São Miguel do Guamá, onde o crescimento das taxas de IDH-M e saneamento básico, rede de abastecimento de água (%) e esgotamento sanitário (%), acompanham uma redução nos valores das enfermidades diarreicas e gastrointestinais. Tão explicação justifica as fortes correlações existentes entre os indicadores para o referido município paraense.

O método das correlações lineares, coeficiente de Pearson (r), foi utilizado para o melhor entendimento da relação estatística e proporcional existente entre os indicadores sociais, econômicos, de saúde, saneamento público e disponibilidade hídrica. A correlação entre diferentes variáveis permite o melhor entendimento do quadro socioambiental dos municípios paraenses no entorno do rio Guamá e em São Miguel do Guamá, tendo em vista ser uma pesquisa pioneira em sua abordagem metodológica para a região.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. Á.. Água virtual: a água, a comida e o nexos comercial: conceito útil ou metáfora enganosa?. **Water international**, v.28, n.1, p.106-113, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/02508060.2003.9724812>

ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A.; PENTEADO, V. A.; ANDRADE, A.. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul-São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v.7, n.3, p.228-240, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.987>

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Panorama das Águas no Brasil**. Brasília: ANA, 2018.

AQUINO, S.; STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M.. Regime hidrológico e aspectos do comportamento morfohidráulico do rio Araguaia. **Revista brasileira de geomorfologia**, v.6, n.2, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v6i2.49>

BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**: consulta de indicadores sociais. 2018.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto

Ouro Verde-Conchal-SP. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.742-748, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000300020>

CORDOVIL, G. V.; NAHUM, J. S.. Indústrias cerâmicas e desenvolvimento territorial em São Miguel do Guamá-PA. **Entre-Lugar**, v.2, n.4, p.65-93, 2011.

SILVA JUNIOR, R. P.; SOUSA, R. A.; CARDOSO, T. Z.; RODRIGUES, M. T. P.; CARDOSO, O. O.. Relação entre indicadores sociais e de saúde e a qualidade do ecossistema lótico nos municípios ao longo do curso do rio Poti no estado do Piauí. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.33, n.2, p.34-50, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v33i2.5350>

DANCEY, C.; REIDY, J.. **Estatística sem matemática para Psicologia**: usando SPSS para Windows. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DATASUS. Departamento de Informação e Informática do SUS. **Base de dados e informações estatísticas**. Brasília, 2018.

DATASUS. Departamento de Informação e Informática do SUS. **Doenças diarreicas e gastro intestinais**. Brasília, 2018.

DATASUS. Departamento de Informação e Informática do SUS. **Morbidade Hospitalar do SUS por local de residência**. Brasília, 2018.

DIAS, R. S.; SILVA, D. F.. Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense. **Ambiência**, v.11, n.2, p.345-358, 2015.

FRANCESCHINI, V. L. C.; RODRIGUES, R. N.; JORGE, M. C.. Análise espacial do perfil dos nascidos vivos vulneráveis ao óbito infantil por áreas de abrangência dos Centros de Saúde em Belo Horizonte, 2000. **Cad. saúde colet**, v.17, n.2, 2009.

HELLER, L.. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.3, p.73-84, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010**. Rio de Janeiro, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Coordenação de Geografia. Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, 2018.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O.. The water quality dimension: an evaluation of the relationship between social, water availability, water services and public health indicators. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p.219-228, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000300006>

LIMA, M. A.. Práticas de cooperação, aprendizagem e inovação no arranjo produtivo local de indústria de cerâmica estrutural no município de São Miguel do Guamá/PA: uma análise exploratória. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.12, n.1, 2016.

MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. D. F. P.; ALVES, D. T. V.; OLIVEIRA, G. R. F.. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia-Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Ambiente**

& Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.4, n.2, p.75-92, 2009.

MONTEIRO, M. D. R.; MELO, N. F. A. C. D.; ALVES, M. A. M. D. S.; PAIVA, R. S.. Composição e distribuição do microfiteoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências naturais**, v.4, n.3, p.341-351, 2009.

MULLER, A. C.. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1996.

NEGRÃO, K. R. M.; GOMES, S. C.; CABRAL, E. R.; SANTOS CARVALHO, M. C.. Análise de potenciais arranjos produtivos locais de cerâmica e desenvolvimento local: uma aplicação do índice de concentração normalizado. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v.5, n.4, p.6-20, 2015.

PEREIRA, A. R.; SANTOS, A. D. A.; SILVA, W. T. P. D.; FROZZI, J. C.; PEIXOTO, K. L. G.. Avaliação da qualidade da água superficial na área de influência de um lixão. **Revista Ambiente & Água**, v.8, p.239-246, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1160>

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W.. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.12, p.435-456, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>

SANTOS, M. D. L. S.; HOLANDA, P.; PEREIRA, I.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, J. A. R.; MESQUITA, K.. Influência das condições da maré na qualidade de água do rio Guamá e Baía do Guajará. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v.14, n.1, p.17-25, 2015.

SIAB. Sistema de Informação da Atenção Básica. **Base de Dados**. Brasília, 2018.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V.. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta amazônica**, v.38, p.733-742, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400017>

SILVA, A. P. D. S.; DIAS, H. C. T.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, E.. Qualidade da água do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.33, p.1063-1069, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000600009>

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Informações sobre saneamento**. Brasília, 2018.

SOARES, E. M.; FERREIRA, R. L.. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.13, n.6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22292/mas.v13i6.762>

SOUZA, S. B. S.; FERREIRA, N. C.; FORMIGA, K. T. M.. Estatística espacial para avaliar a relação entre saneamento básico, IDH e remanescente de cobertura vegetal no estado de Goiás, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.11, p.625-636, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1825>

SOUZA, S. P. C.; REIS, A. B.; MEIRELLES JUNIOR, J. C.. Análise da correlação de indicadores sociais e institucionais dos municípios da região metropolitana do rio de janeiro. In:

CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO SOCIEDADE E INOVAÇÃO CASI, 10. **Anais**. Petrópolis, 2017.

SPIEGEL, M. R.. **Estatística**. São Paulo: McGraw-HILL, 1972.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. D.. Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudo com dados secundários. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.32, p.419-425, 2012.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L.. Fatores ambientais associados à diarreia infantil em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.5, p.449-455, 2005.

TORRES, M. F.. **A pesca ornamental na bacia do rio Guamá: sustentabilidade e perspectivas ao manejo**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

TUCCI, C. E. M.. **Águas urbanas**. São Paulo, 2008.

UHLY, S.; SOUZA, E. L.. **A questão da água na grande Belém**. Belém: Casa de Estudos Germânicos, 2004.

ZHANG, Z.; TAO, F.; DU, J.; SHI, P.; YU, D.; MENG, Y.; SUN, Y.. Qualidade da água de superfície e seu controle em um rio com intensos impactos humanos - um estudo de caso do rio Xiangjiang, na China. **Jornal de gestão ambiental**, v.91, n.12, p.2483-2490, 2010.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.