

Sistema de Informação Geográfica aplicado ao abastecimento hídrico e esgotamento sanitário: estudo de caso dos municípios da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense

The Geographic Information System Applied to water supply and sanitary sewage: the case study of the municipalities of the Microregion of Cametá, Northeast of Paraense

Jones Remo Barbosa Vale¹

Marcus Vinicius Silva da Silva²

Andrezza Cristina Farias Fonseca³

Elton Luis Silva da Silva⁴

Resumo

A partir de um conjunto de dados e suas respectivas correlações espaciais o Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite fazer representações espaciais de fenômenos que auxiliam no planejamento urbano e no gerenciamento da saúde pública. Assim, por meio do SIG o presente trabalho tem por objetivo apresentar dados das condições sanitárias que interferem no abastecimento de água e no esgotamento sanitário nos municípios da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense. Para tal, foram utilizados os dados tabulados dos Censos Demográficos dos anos de 2000 e 2010, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes às variáveis “Abastecimento Hídrico” e “Esgotamento Sanitário”. Os resultados evidenciaram que no aspecto do abastecimento hídrico durante os anos de 2000 e 2010 ocorreu um aumento no número de domicílios abastecidos pela rede geral. Em consequência houve uma diminuição de domicílios abastecidos por poços ou nascentes. Sobre o esgotamento sanitário, entre os anos de 2000 e 2010 houve um pequeno aumento do percentual de domicílios ligados à rede geral de serviço. No entanto, em termos gerais a evolução positiva no período analisado se

1 Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor, Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia. Mestre em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal do Pará. E-mail: jonesremo@hotmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9470-0240>

2 Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor, Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia. Mestre em Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/Universidade Federal do Pará. E-mail: marcussilva_16@hotmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7959-3798>

3 Engenheira Cartógrafa e Agrimensora, Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: farias.andrezza@gmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3735-2117>

4 Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor, Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia. Especialista em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis Rurais, Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia E-mail: eltonsylver@gmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4765-2984>

mostrou muito abaixo, principalmente porque a fossa rudimentar e a disposição em valas e cursos d'água ainda são predominantes. Dessa forma, são necessários mais investimentos pelo poder público a fim de garantir um bom serviço de saneamento básico para contribuir na prevenção de doenças a população e no desenvolvimento urbano.

Palavras-Chave: Planejamento Urbano; Avaliação Sanitária; Análise Espacial.

Abstract

From a set of data and their respective spatial correlations, the Geographic Information System (GIS) makes it possible to make spatial representations of phenomena that help in urban planning and public health management. Thus, through GIS, the present work aims to present data on sanitary conditions that interfere with water supply and sewage in the municipalities of the Microregion of Cametá, Northeast of Pará. To this end, tabulated data from the Demographic Censuses of the years 2000 and 2010, provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), referring to the variables "Water Supply" and "Sanitation". The results showed that in the aspect of water supply during the years 2000 and 2010 there was an increase in the number of households supplied by the general network. As a result, there was a decrease in households supplied by wells or springs. Regarding sanitary sewage, between 2000 and 2010 there was a small increase in the percentage of households connected to the general service network. However, in general terms, the positive evolution in the analyzed period was much lower, mainly because the rudimentary pit and disposal in ditches and watercourses are still predominant. In this way, more investments are needed by the public authorities in order to guarantee a good basic sanitation service to contribute to the prevention of diseases in the population and to urban development.

Keywords: Urban Planning; Health Evaluation; Spatial Analysis.

Introdução

As cidades crescem e se modificam pelas ações antrópicas diariamente, cada uma com sua forma de apropriação, intervindo no espaço das mais variadas maneiras, causando desequilíbrios da natureza (CONCEIÇÃO; MAIA, 2019). Diante dessas transformações, surgem problemas comuns no espaço urbano e rural, porém alguns deles podem ser considerados como tipicamente da população urbana, principalmente por conta dos contrastes sociais que ficam evidentes nas ausências ou má infraestrutura dos espaços urbanos, com população residindo em áreas ilegais, clandestinas, favelas e de risco (CASSILHA; CASSILHA, 2009; HONDA *et al.*, 2015).

A Constituição Federal do Brasil de 1988, em seu capítulo sobre política urbana, atribuiu às funções de controle, de planejamento, de gestão e de desenvolvimento urbano ao município. Nesta perspectiva, verifica-se a relação entre planejamento e política urbana, pois o planejamento pode ser identificado como um processo político-administrativo, que, apesar de estar embasado em conhecimentos teóricos, precisa estar definido como políticas e diretrizes práticas (FERRARI, 1991).

Em linhas gerais o planejamento urbano é um instrumento necessário à adequada ordenação do espaço urbano, tendo finalidade ordenar, articular e equipar o espaço, de maneira racional, direcionando a malha urbana, assim como suas áreas ou zonas, a determinados usos e funções (Di SARNO, 2004).

Um dos desafios do planejamento urbano é a questão do saneamento básico, pois esse serviço é essencial para a promoção da saúde pública. A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças e a mesma estando inapropriada ao ser humano poderá ser causadora de doenças. O mesmo pode ser verificado quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário (LISBOA *et al.*, 2013). O saneamento como promoção da saúde é uma intervenção multidimensional que se dá no ambiente através da associação de um conjunto de ações integradas (SOUZA *et al.*, 2007).

Segundo Peixoto *et al.* (2017), no Brasil estima-se que 70% das doenças infectoparasitárias que acometem a população são consequência da ausência ou da falta de acesso à água em quantidade mínima ideal e qualidade necessária. Além disso, essas doenças poderiam ser evitadas caso o esgotamento sanitário fosse adequado à população. Em decorrência da precariedade do serviço de saneamento, estima-se que o Brasil tenha um gasto de R\$ 2 bilhões em tratamento de doenças infectoparasitárias.

A capacidade diagnóstica dos serviços de saúde e a produção de dados estatísticos confiáveis podem encontrar-se comprometidas por questões diversas, por exemplo, de cunho social e político-administrativo. Apesar desses problemas, tem sido sensível a melhora do sistema de registro, compilação e divulgação dos dados a respeito dos eventos vitais (PAES; SILVA, 1999).

A obtenção de dados gerados a partir de coletas estatísticas, a exemplo do Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sobretudo em áreas urbanas e do desenvolvimento de geotecnologias, a exemplo o Sistema de Informação Geográfica (SIG), torna-se possível agregar um conjunto de dados e suas respectivas correlações espaciais. Dessa forma, é possível representar espacialmente o fenômeno para auxiliar o planejamento urbano e auxiliar o gerenciamento da saúde pública (SHAHID *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2017).

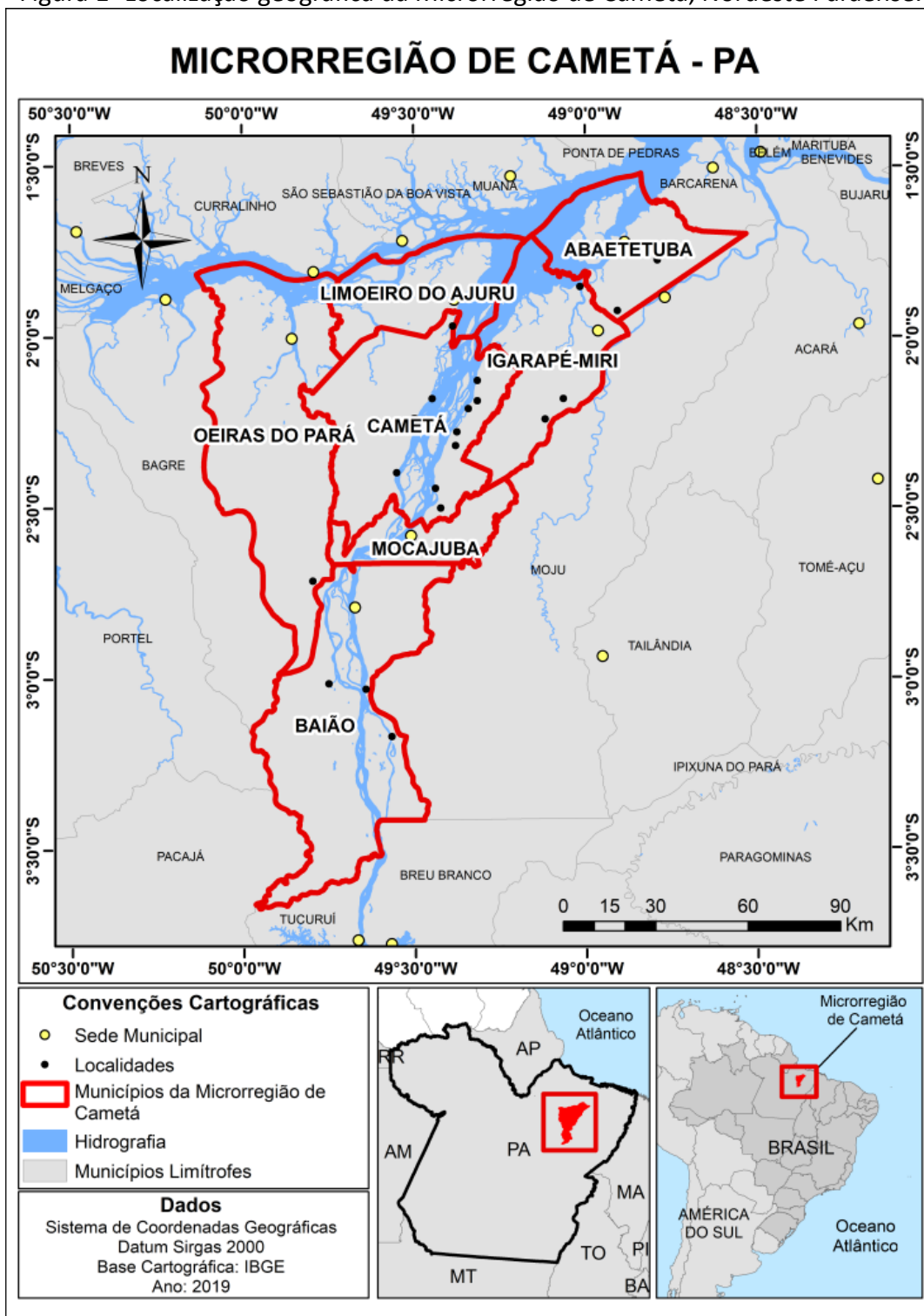
O SIG é um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecidas (FITZ, 2008). Esse sistema é uma boa ferramenta e tem contribuído positivamente à medida que integra de maneira consistente os dados com informações geográficas que subsidiam o poder público (PEIXOTO, 2016).

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo apresentar dados por meio do SIG, das condições sanitárias que interferem no abastecimento de água e no esgotamento sanitário nos municípios que compõem a Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense, a fim de contribuir com o planejamento urbano local.

Caracterização da área de estudo

A Microrregião de Cametá (Figura 1) pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense, composta por 7 municípios, são eles: Abaetetuba, Baião, Cametá, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Mocajuba e Oeiras do Pará. A microrregião apresenta uma área de aproximadamente 16.660 km² e população estimada em 437.264 habitantes.

Figura 1- Localização geográfica da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Metodologia

O trabalho foi realizado com base em um banco de dados geográficos integralizados. Assim, a análise espacial em SIG se fundamenta nas relações entre as feições e seus atributos, representando a realidade através de um modelo integrado com vários tipos de informações (BERNHARDSEN, 1999). Foram utilizados os dados tabulados dos Censos Demográficos dos anos de 2000 e 2010, disponibilizados pelo IBGE, referentes às variáveis “Abastecimento Hídrico” e “Esgotamento Sanitário” dos setores censitários dos municípios da Microrregião de Cametá. O Quadro 1 mostra as variáveis utilizadas no estudo, bem como o conjunto de dados que esta pertence.

Quadro 1 - Conjuntos de dados e variáveis a partir dos Censos 2000 e 2010.

CONJUNTO DE DADOS	VARIÁVEL (CENSO DE 2000 E 2010)
Abastecimento de Água	1. Número de domicílios com abastecimento pela rede geral.
	2. Número de domicílios com abastecimento por poço ou nascente.
	3. Número de domicílios com outra forma de abastecimento.
Esgotamento Sanitário	1. Número de domicílios com esgotamento sanitário via rede geral ou pluvial.
	2. Número de domicílios com esgotamento sanitário via fossa séptica.
	3. Número de domicílios com esgotamento sanitário via fossa rudimentar.
	4. Número de domicílios com esgotamento sanitário via vala ou corpo hídrico superficial.
	5. Número de domicílios com esgotamento sanitário via outro escoadouro.
	6. Número de domicílios sem esgotamento sanitário.

Fonte: IBGE (2000; 2010).

Os dados absolutos subdivididos por setores censitários foram convertidos para porcentagem (%) para uma melhor análise da situação sanitária dos municípios da área de estudo. Por conseguinte, para a espacialização dos dados foi necessário georreferenciar os atributos utilizando o arquivo vetorial de municípios do IBGE no software ArcGIS versão 10.5. Ressalta-se que, dada à localização dos municípios foi adotado para a representação espacial o Sistema de Coordenadas Geográficas e o Datum Sirgas 2000.

Após a incorporação dos dados georreferenciados nos atributos do arquivo vetorial fez-se a manipulação dos dados a fim de gerar mapas temáticos e análises estatísticas. O intervalo

temporal de 10 anos entre os dados permitiu uma análise das principais mudanças das condições sanitárias na área de estudo.

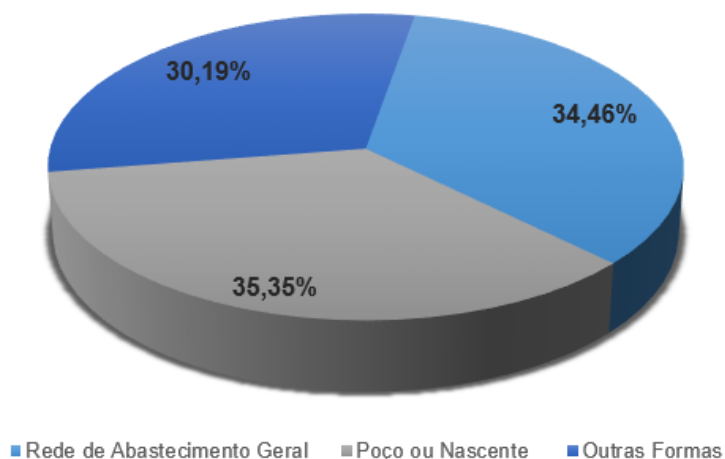
Resultados e discussões

De acordo com Peixoto *et al.* (2017) as condições sanitárias urbanas de abastecimento hídrico e esgotamento sanitário são de extrema importância para os assentamentos humanos e fazem parte do saneamento básico como um direito urbano reconhecido constitucionalmente. Segundo Puppi (1981), o sistema de abastecimento hídrico tem a finalidade de prover a toda população água aprazível sanitariamente pura, bastante para todos os usos. Dessa forma, Ribeiro e Rooke (2010) colocam que na implantação do sistema de abastecimento hídrico devem ser considerados tanto os aspectos sanitários e sociais quanto os aspectos econômicos.

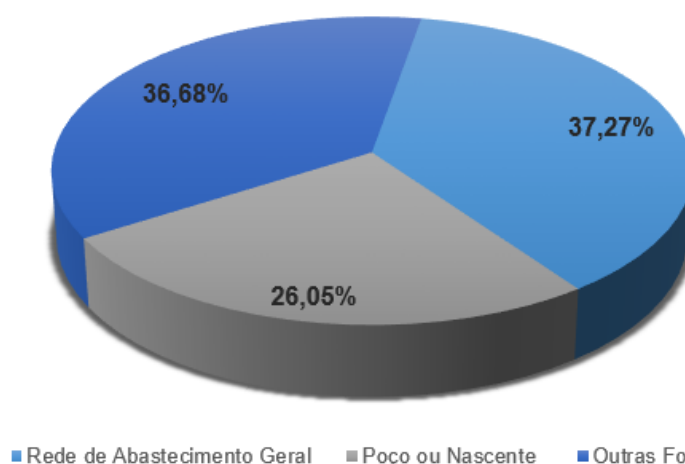
Em relação ao esgotamento sanitário Landau e Moura (2016) destacam que o mesmo deve ser um conjunto de obras e instalações destinadas à coleta, transporte, afastamento, tratamento e disposição final das águas residuárias da comunidade, de forma adequada do ponto de vista sanitário. Ribeiro e Rooke (2010) afirmam que o sistema de esgotos existe para afastar a possibilidade de contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento, com vetores de doenças e alimentos.

Sendo assim, no aspecto do abastecimento hídrico durante os anos de 2000 e 2010 ocorreu um aumento no número de domicílios abastecidos rede geral. Em consequência houve uma diminuição de domicílios abastecidos por poços ou nascentes, equivalente aproximadamente 9,3% do território da Microrregião de Cametá (Figura 2). Assim, na medida em que ocorria a expansão do número de domicílios, ocorria também à substituição de fontes de abastecimento de água, consequência da expansão do uso do serviço de abastecimento hídrico.

Figura 2- Percentual das formas de abastecimento hídrico na Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.
 (Censo de 2000)



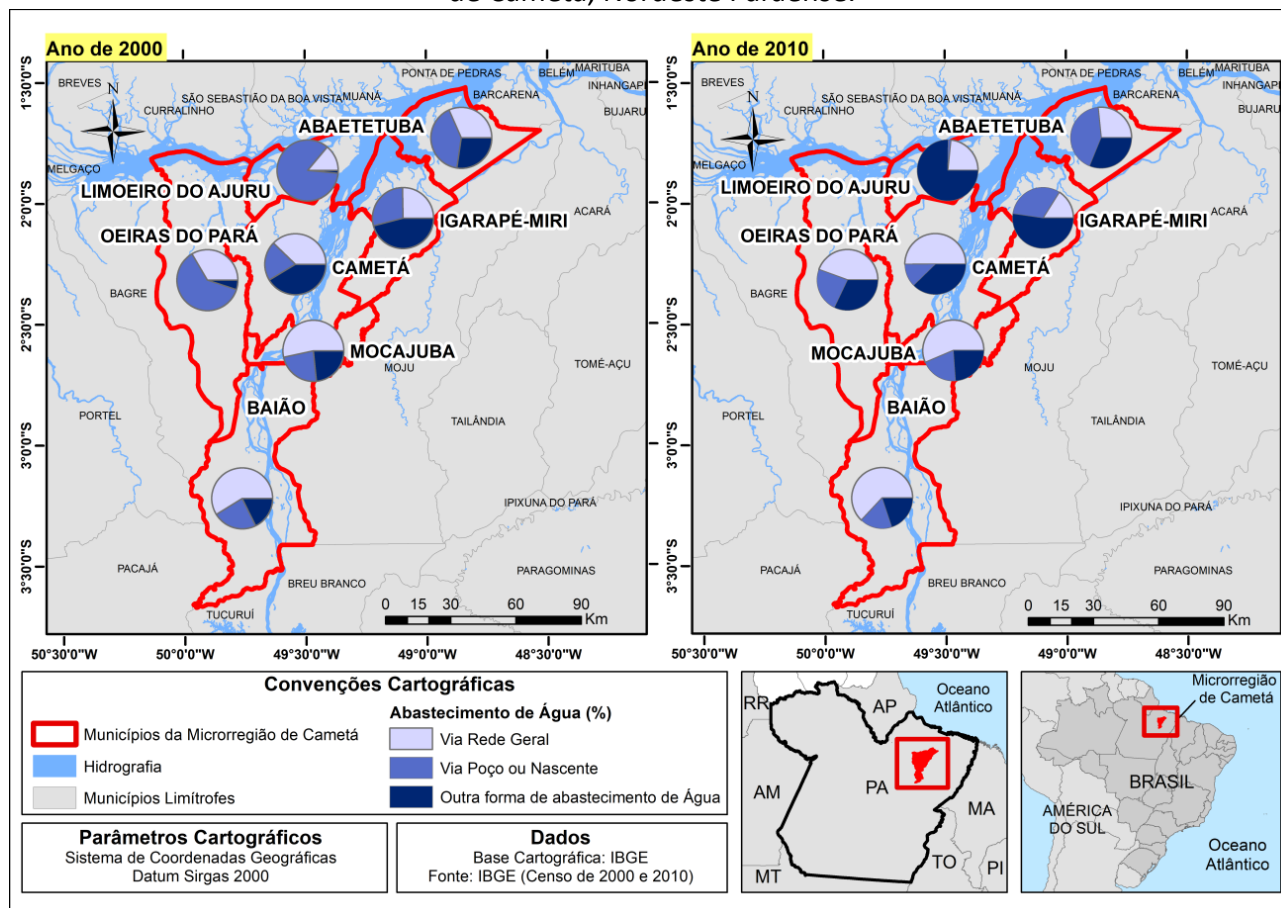
(Censo de 2010)



Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

A Figura 3 apresenta a distribuição espacial por forma de abastecimento hídrico em cada município da Microrregião de Cametá. Landau e Moura (2016) ressaltam que o abastecimento por meio da rede geral de distribuição é o mais apropriado para o consumo humano, pois consistem na captação (retirada de água bruta da natureza), tratamento (adequação de sua qualidade), transporte e fornecimento à população.

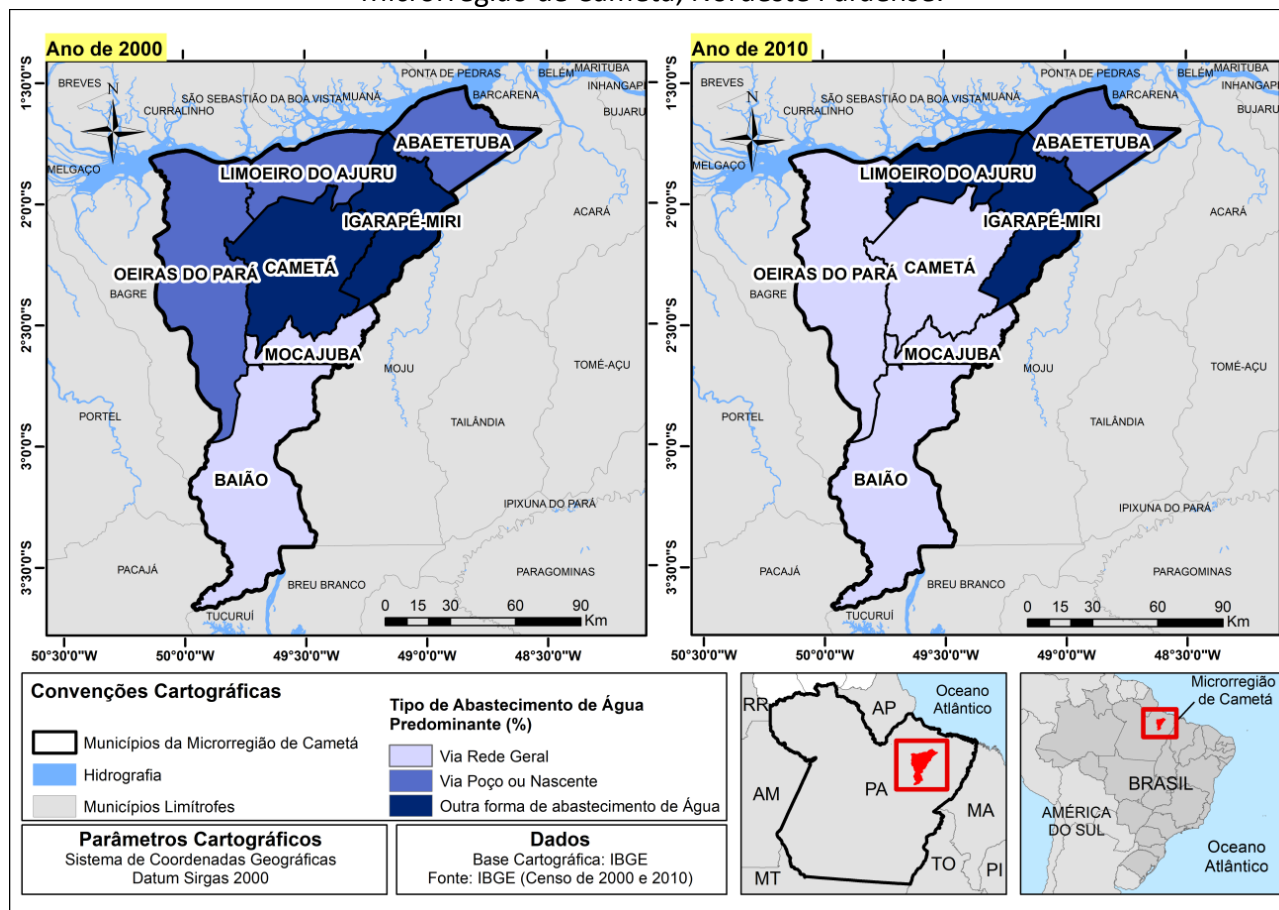
Figura 3- Evolução temporal das formas de abastecimento hídrico nos municípios da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

A Figura 4 traz os dados da modalidade predominante de abastecimento em cada município no período analisado. Sendo assim, observa-se que no ano 2000 somente os municípios de Baião e Mocajuba eram predominantemente abastecidos pela rede geral. Já em 2010, além destes dois municípios, Cametá e Oeiras do Pará também eram predominantemente abastecidos pela rede geral. O município de Igarapé-Miri nos dois anos analisados tem como abastecimento predominante poços ou nascentes. Abaetetuba tem como predomínio outras formas de abastecimento hídrico.

Figura 4- Evolução das formas de abastecimento hídrico predominantes em cada município da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



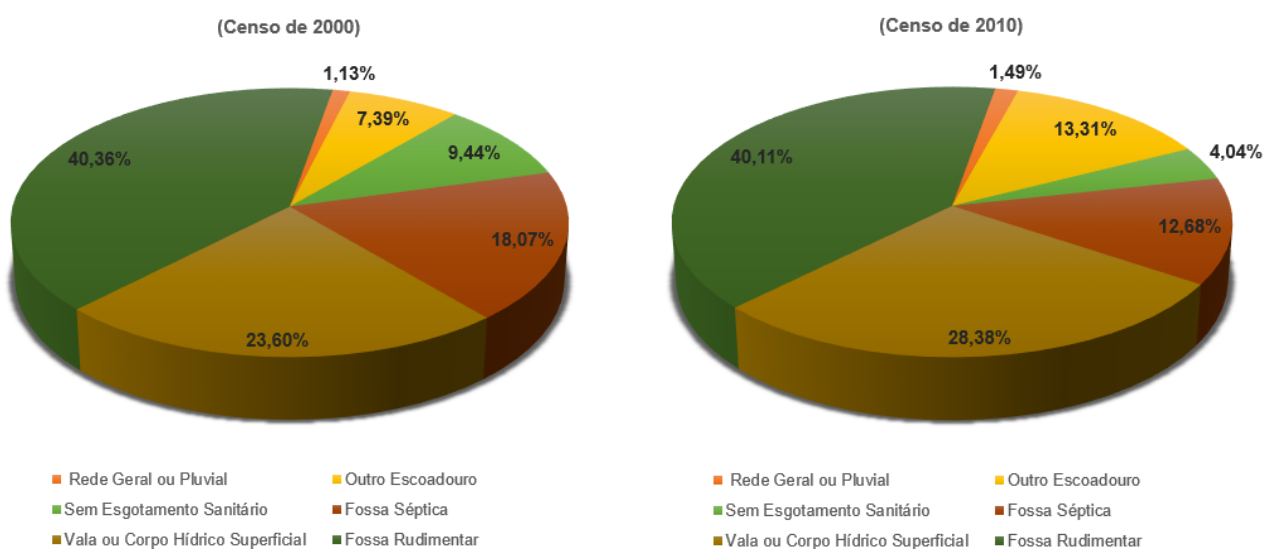
Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), grande parte de todas as doenças que se alastram nos países subdesenvolvidos são provenientes da água de má qualidade, ou seja, não atendem aos padrões de potabilidade, sendo considerada imprópria para o consumo humano. As substâncias que indicam a poluição da água por matéria orgânica correspondem a compostos nitrogenados, oxigênio consumido e cloretos (RIBEIRO; ROOKE, 2010). A água contaminada pode prejudicar a saúde das pessoas, nas seguintes situações: através da ingestão direta; na ingestão de alimentos; pelo seu uso na higiene pessoal e no lazer; na agricultura; na indústria.

Na análise do esgotamento sanitário nota-se que há condições inadequadas e o quadro de melhoria nessas condições é incipiente. Entre os anos de 2000 e 2010 houve um pequeno

aumento do percentual de domicílios ligados à rede geral de serviço. Observa-se como algo positivo nos dados é a diminuição dos domicílios que não detinham nenhuma forma de esgotamento sanitário, uma queda de aproximadamente 5,4% entre 2000 e 2010. A partir dos dados dos censos também se observou que na Microrregião de Cametá a fossa rudimentar é a forma mais utilizada, ultrapassando os 40% nos dois anos analisados (Figura 5). A fossa rudimentar é uma solução sanitária quando o banheiro ou sanitário está ligado a uma fossa rústica (fossas negra, poços, buracos e etc.).

Figura 5- Percentual das formas de esgotamento sanitário na Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

A fossa rudimentar, ou fossa negra, é aquela que não obedece aos requisitos construtivos e de operação estabelecidos na ABNT, tratando-se basicamente de resíduos dispostos diretamente em buracos ou valas sem qualquer tipo de mecanismos próprios para mitigação da carga poluente. Além destas, as valas também são obras inadequadas para disposição de esgotos (PEIXOTO *et al.*, 2017).

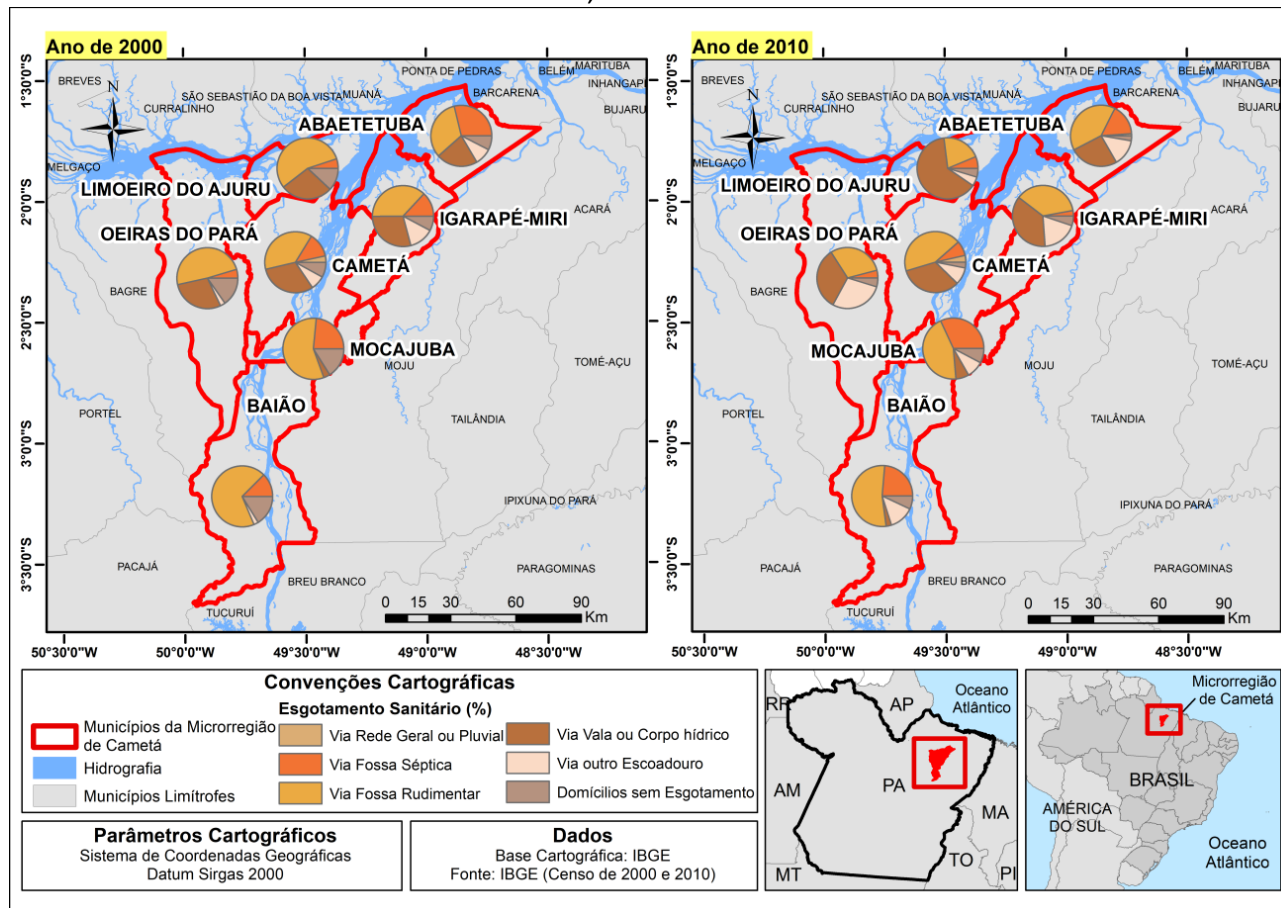
As fossas sépticas se encaixam como soluções alternativas aos sistemas coletores (PEIXOTO *et al.*, 2017), mas para isso é necessário que exista uma infraestrutura de água encanada (DALTRON FILHO, 2004). De acordo com a NBR-7229 da ABNT (1993), o tanque séptico é uma

unidade cilíndrica, ou prismática retangular, que permite o tratamento do efluente por meio do fluxo horizontal, que realiza processos de sedimentação, flotação e digestão podendo ser de câmara única ou câmaras em série. Para Oliveira e Von Sperling (2011), o fator essencial para o gerenciamento sustentável de sistemas estáticos de esgotamento sanitário é a existência de área suficiente para a assimilação da carga potencial contaminante.

A disposição de efluentes despejados diretamente nas águas ocasionam a contaminação dos cursos d'água, assim, encontram-se coliformes fecais que é indicação de contaminação fecal. Quando se observa presença de bactérias do grupo coliforme, considera-se a água como contaminada por fezes. Essas bactérias são oriundas da presença de animais que utilizam o rio para dessedentação ou de esgotos sanitários que são lançados diretamente nos cursos d'água, tornando a água imprópria para o consumo (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

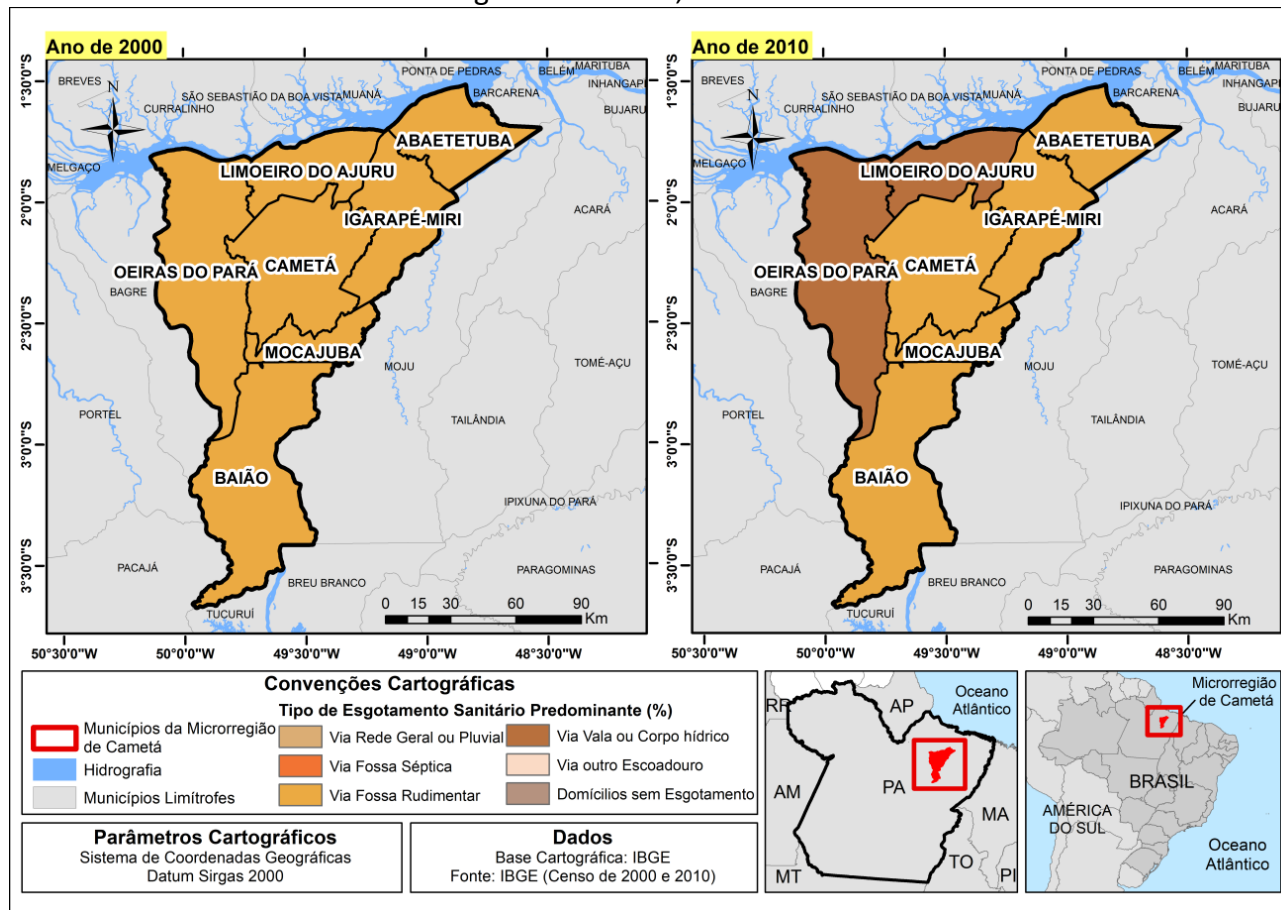
A Figura 6 apresenta a distribuição espacial por forma de esgotamento sanitário em cada município. Nota-se que as formas incipientes são predominantes. A Figura 7 evidencia a modalidade predominante de esgotamento sanitário em cada município nos anos de 2000 e 2010. Sendo assim, observa-se que no ano 2000 todos os municípios da área de estudo tinham predominantemente a fossa rudimentar como solução de esgotamento sanitário. No ano de 2010 somente os municípios de Limoeiro do Ajuru e Oeiras do Pará deixaram de ter a fossa rudimentar como solução predominante passou a ter a vala ou corpo hídrico como solução sanitária principal, ou seja, os banheiros ou sanitários estão ligados diretamente a uma vala a céu aberto ou a um curso d'água.

Figura 6- Evolução temporal das formas de esgotamento sanitário nos municípios da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

Figura 7- Evolução das formas de esgotamento sanitário predominantes em cada município da Microrregião de Cametá, Nordeste Paraense.



Fonte: IBGE (2000; 2010). Elaboração: Autores (2019).

Considerações finais

A utilização da metodologia aplicada no trabalho se mostrou eficiente para análise e espacialização das condições sanitárias em relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios da Microrregião de Cametá. As análises realizadas por meio de dados secundários disponibilizados pelo IBGE mostraram que há pouco desenvolvimento e melhorias no que tange os aspectos sanitários, principalmente, em relação ao esgotamento sanitário. A ineficiência dos serviços saneamento básico está diretamente relacionado à problemática de saúde

pública, uma vez que a disponibilidade desse serviço se constitui como um fator de prevenção de doenças.

Tendo sido especializado e analisado os dados das condições sanitárias da área de estudo, alerta-se para a necessidade de investimento do poder público no saneamento básico a fim de oferecer um bom serviço adequado a população, pois o mesmo auxilia tanto na saúde pública quanto no meio ambiente. Assim, é importante que haja um planejamento urbano com investimentos em infraestrutura de saneamento básico. Estima-se com os dados do novo Censo demográfico que a problemática relacionada as questões sanitárias na área em estudo possam ter bons indicadores a fim de proporcionar uma melhor qualidade de vida e segurança hidrosanitária para a população local.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.969**. Tanques Sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1993.
- BERNHARSDEN, T. Geographic Information Systems: an introduction. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. Planejamento Urbano e Meio Ambiente. Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2009.
- CONCEIÇÃO, R. S. da.; MAIA, M. R. Aspectos ambientais de Jequié-BA: subsídios para planejamento e gestão do território. **Revista GeoAraguaia**, v. 09, n. 01. p.45-60, 2019.
- DALTRON FILHO, J. Saneamento Ambiental: doença, saúde e o saneamento da água. Aracaju: Ed. UFS, 2004.
- Di SARNO, D. C. L. Elementos de Direito Urbanístico. Barueri/SP: Manole, 2004.
- FERRARI, C. Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo. 7 ed. São Paulo: Pioneira, 1991.
- FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- HONDA, S. C. de A. L.; VIEIRA, M. do C.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 07, n. 01, p.62-73, 2015.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística/Sociais/População: Censo Demográfico 2000 e 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9663-censo-demografico-?=&t=o-que-e>>. Acesso em 06 fev. 2019.
- LANDAU, E. C.; MOURA, L. Variação Geográfica do Saneamento Básico no Brasil em 2010: Domicílios Urbanos e Rurais. Brasília: Embrapa, 2016.
- LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 04, p.341-348, 2013.
- OLIVEIRA; S. M. A. C.; VON SPERLING, M. Potenciais impactos de esgotamento sanitário na água subterrânea: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 04, p.85-108, 2011.
- PAES, N. A.; SILVA, L. A. A. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil: uma década de transição. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 06, n. 02, p.99-109, 1999.
- PEIXOTO, F. S. Efeitos do uso e ocupação do solo na qualidade das águas subterrâneas no sudeste do município de Fortaleza/CE. 129f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- PEIXOTO, F. S.; CAVALCANTE, I. N.; SILVEIRA, R. N. C. M.; BESERRA, F. R. S. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado ao abastecimento hídrico e esgotamento sanitário. **Revista do Departamento de Geografia**, volume especial, p.20-28, 2017.
- PUPPI, I. C. Estruturação sanitária das Cidades. Curitiba: UFPR. São Paulo: CETESB, 1981.
- RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. 2010. 36f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2010.
- SHAHID, S. U.; IQBAL, J.; HASNAIM, G. Groundwater quality assessment and its correlation with gastroenteritis using GIS: a case study of Rawal Town, Rawalpindi, Pakistan. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 11, p.7525-7537, 2014.
- SILVA, G. A. B.; DAVID, P. L. D.; BIANCHI, G. A utilização do SIG para o planejamento urbano. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 10, n. 21, p.79-89, 2017.
- SOUZA, C. M. N.; FREITAS, C. M.; MORAES, L. R. S. Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 04, p.371-379, 2007.