

INDICADORES HIDROAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO CAPIBARIBE EM PERNAMBUCO

Raissa Souza Gomes da Silva*, Ynaê Gomes Falcão Lobler, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa, Maria Tereza Duarte Dutra

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *campus* Recife. E-mail: raissasouza6991@gmail.com

RESUMO

Atualmente é cada vez maior a utilização de indicadores de sustentabilidade, considerando sua função de retratar a situação real do desempenho de variáveis ambientais, com destaque para a aplicação na área da gestão de bacias hidrográficas. Associado aos indicadores tem-se utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG) na área de gestão de recursos naturais. Neste contexto, a presente pesquisa lançou mão destas ferramentas para a avaliação da sustentabilidade hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Capibaribe, em Pernambuco. A coleta dos Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental foi feita por meio da dos dados disponibilizados no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (2014) e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), procedendo-se a tabulação dos dados de indicadores utilizando o Programa Excel, os quais foram posteriormente espacializados no ArcGis 10.1 e apresentados na forma de mapas temáticos. Os resultados obtidos apontaram que os municípios da bacia do Capibaribe apresentaram bons resultados dos indicadores analisados, isto porque esses municípios possuem serviços de saneamento ambiental, porém, os percentuais dos indicadores não são satisfatórios já que, enquanto municípios como Recife tem 100% da coleta de resíduos, o município de Casinhas tem apenas 20,74%. A partir desses resultados, pode-se inferir que a aplicação de indicadores hidroambientais associada ao SIG pode ser muito útil como instrumento de apoio à gestão de bacias hidrográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Bacias hidrográficas, Sistema de Informação Geográfica – SIG, Indicadores de Sustentabilidade Hidroambientais.

INTRODUÇÃO

O homem é considerado o grande agente transformador do ambiente natural e a prova disso são as constantes mudanças que vem acontecendo ao redor do mundo, como o crescimento populacional, as mudanças climáticas, a escassez dos recursos naturais, principalmente a escassez hídrica, que nos últimos anos tem preocupado a todos. Essas mudanças trazem um alerta quanto à capacidade da natureza de continuar oferecendo os recursos necessários às gerações presentes e futuras (PHILIPP JR, 2010).

Em se tratando de recursos hídricos, o Brasil, possui aproximadamente 14% da água do planeta, entretanto, tem uma distribuição desigual do volume e disponibilidade de recursos hídricos: enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m³ de água por ano disponível, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m³ por ano disponível. Essa disparidade traz inúmeros problemas econômicos e sociais, especialmente levando-se em conta a disponibilidade/demanda e saúde humana na periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil: esse é um dos grandes problemas ambientais deste início de século XXI no Brasil. Portanto, a recuperação de infraestrutura e de mananciais devem ser prioridades fundamentais no Brasil (TUNDISI, 2008).

Na tentativa de mensurar a ausência de equilíbrio ambiental entre a humanidade e os recursos naturais pode-se utilizar indicadores de sustentabilidade como ferramenta na avaliação do uso correto destes recursos (ERCIN, ALDAYA & HOEKSTRA, 2011). De acordo com Hoekstra e Chapagain (2008), não é possível trabalhar apenas com um único indicador de sustentabilidade, por causa da enorme variedade de fatos, valores e incertezas no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

Para Albuquerque (2015), os indicadores constituem componentes de avaliação ambiental importantes, capazes de quantificar alterações na qualidade do meio ambiente e quantidade de recursos naturais, bem como de avaliar os esforços desenvolvidos visando à melhoria do meio ambiente ou a mitigação de sua degradação.

Por outro lado, os sistemas de informações geográficas (SIG) são ferramentas computacionais que integram dados de diferentes fontes, transformando-os em informações relevantes que permitem uma visualização menos complexa dos indicadores para os gestores públicos e a sociedade, auxiliando a tomada de decisão.

Em face do exposto e considerando a relevância relacionada à gestão dos recursos hídricos, o presente estudo tem como objetivo avaliar a sustentabilidade hidroambiental dos 42 municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Capibaribe, utilizando indicadores de sustentabilidade hidroambiental apresentados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Recursos Hídricos

Com o incremento populacional e o processo de urbanização, a gestão dos recursos hídricos vem se tornando cada vez mais complexa. A escassez de água agrava-se não apenas pelo aspecto quantitativo, mas, sobretudo, pela perda de sua qualidade. Um recurso escasso, de acesso livre e de múltiplos usos como a água é uma fonte natural de conflitos. Desse modo, cada agente tenta estabelecer um modelo peculiar de gerenciamento desse recurso, sempre priorizando os seus próprios interesses (PINHEIRO & CARVALHO, 2010).

Tendo como objetivo gerir esses recursos e dar-lhes sua real importância, o Brasil dispõe de um grande aparato de leis, dentre elas, destacamos a Lei 9.433 Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que define em um de seus objetivos: “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Cap. II, Art. 20). A PNRH é avançada e importante para a ordenação territorial do país, mas implica mudanças importantes dos administradores públicos e dos usuários, já que requer receptividade ao processo de constituição de parcerias (LOPES, 2012).

A PNRH ainda traz em um de seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação dos instrumentos da Política. Para Magalhães Júnior (2010) adotar a bacia hidrográfica como unidade principal de planejamento e gestão é um dos princípios mais valorizados nas modernas abordagens de gestão da água. A partir da escolha de uma unidade territorial adequada, a gestão da água deve ser incorporada em um processo mais amplo de gestão ambiental integrada, compreendida como a gestão de abordagem ecossistêmica, na qual o desafio é realizar a transição demográfica, econômica, social e ambiental rumo a um equilíbrio durável diferentemente de uma gestão tradicional (BASSOI & GUAZELLI, 2005).

Para Rodrigues e Adadi (2005), o conceito “bacia hidrográfica” atualmente é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos físico-territoriais ou de projetos, não só em função de suas características naturais, mas pelo fato dela estar presente em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte, portanto, do planejamento territorial e ambiental no Brasil.

Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental

Os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta padrão em diversos estudos nacionais e internacionais, facilitando a compreensão das informações sobre fenômenos complexos, e atuando como base para análise do desenvolvimento que abrange diversas dimensões (nelas incluídos fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos e ambientais), uma vez que permite verificar os impactos das ações humanas no ecossistema (SILVA et al., 2010).

De acordo com Kronemberger et al. (2008), o Índice de Sustentabilidade é uma forma de sintetizar, matematicamente, uma série de informações quantitativas e semiquantitativas, associadas a sustentabilidade do desenvolvimento. Cada índice, ao final, produz um valor numérico, resultado de operações matemáticas com as informações que utiliza, e, quando comparado a uma escala padrão, avalia a sustentabilidade da região analisada.

Porém, de acordo com Lira (2008), o maior desafio, quando se trata de discutir a questão da sustentabilidade, é o de compatibilizar o crescimento econômico com a preservação ambiental e justiça social. Mas ainda assim, o conhecimento dos indicadores de sustentabilidade pode ser um instrumento adequado para uma melhor compreensão da questão de sustentabilidade em um determinado local, principalmente porque nos sistemas de

indicadores estão contidas informações relevantes pertinentes à situação econômica, social, e ambiental de um espaço geográfico em um determinado período.

Sistemas de Informações Geográficas - SIG

A necessidade de integrar vários formatos de dados em um mesmo ambiente, unindo propriedades espaciais e não espaciais, utilizando o conceito de camadas de informação, foi suprida a partir da conceituação de poderosas ferramentas computacionais. Tais ferramentas, que visam à coleta, ao armazenamento, à recuperação, à transformação, à análise e à apresentação de dados e informações, especialmente referenciados, foram sumarizadas no que se convencionou denominar Sistema de Informações Geográficas (SILVA, 2006).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é uma ciência, um sistema tecnológico, uma disciplina e uma metodologia aplicada à resolução de problemas. São uma classe especial de sistemas de informação que controlam não apenas eventos, atividades e coisas, mas também onde esses eventos, atividades e coisas acontecem ou existem. Como uma tecnologia comprovada com operações básicas que fornecem fundamentos seguros e comprovados para medir, gerenciar, mapear e analisar o mundo real, nos dando a capacidade de elaborar análises robustas e defensáveis (LONGLEY et al., 2013), os SIG aparecem para facilitar a tomada de decisão em problemas que envolvem a dimensão espacial.

Dentre os muitos benefícios do SIG, podem ser citados: a criação de um banco de dados georreferenciados, estabelecendo uma fonte única que relaciona todos os aspectos ambientais, sociais e econômicos; a viabilização de entrada de dados em grande quantidade e de natureza diversa, formando uma fonte inesgotável de consultas para fundamentar decisões dos gestores; a identificação da posição geográfica com as respectivas coordenadas de todas as informações armazenadas; a possibilidade de seleção de cartas temáticas conforme interesse do usuário; a facilidade de atualização permanente das informações armazenadas, executada pelos órgãos competentes, possibilitando, ao mesmo tempo o acesso de interessados a consultas e análises (CIRILO & MENDES, 2013).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Área de Estudo

A bacia do Capibaribe estende-se por cerca de 280 km, até sua foz na cidade de Recife, composta por biomas da Caatinga, Mata Atlântica e ecossistemas de manguezais. Em toda extensão estão presentes 42 municípios, com uma área de drenagem de 7.557,41 km². O rio Capibaribe nasce na divisa dos municípios de Poção e Jataúba na Zona do Agreste na região semiárida do Estado de Pernambuco (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), entre as latitudes 07°41'20" e 08°19'30" Sul e as longitudes 34°51'00" e 36°41'58" Oeste. Apresenta um regime fluvial intermitente no seu alto e médio curso, somente a partir do município de Limoeiro, em seu baixo curso, torna-se perene. Mesmo possuindo uma intensa rede hidrográfica, o volume total de armazenamento de água na bacia do Capibaribe é da ordem de 800 milhões de metros cúbicos. Sendo responsável por 40% do abastecimento da Região Metropolitana do Recife (PERNAMBUCO,

2010).

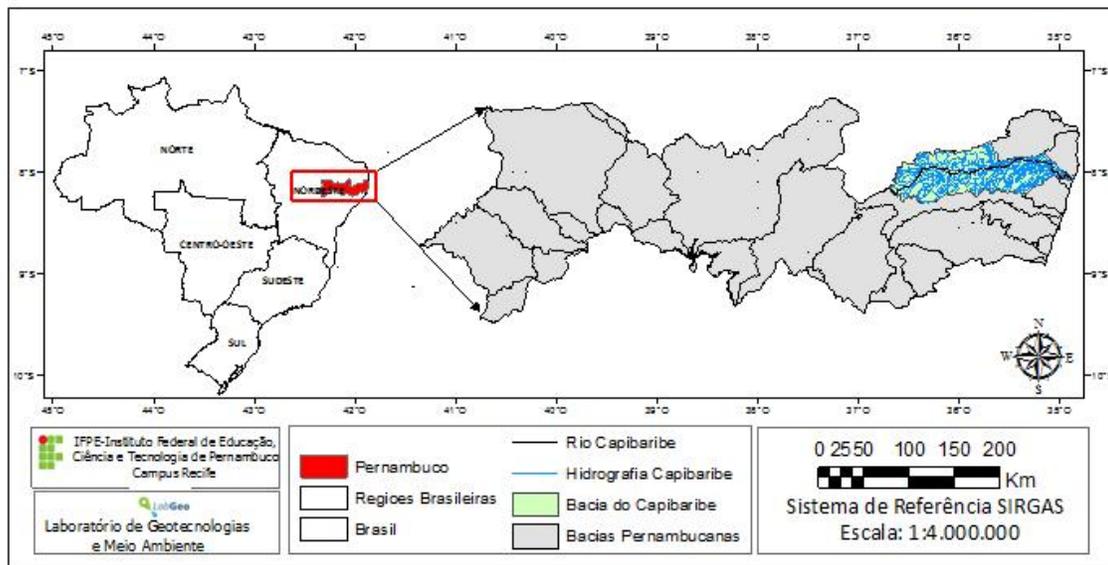


Figura 1: Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Capibaribe. Fonte: Autora do trabalho.

3.2 Seleção dos Dados

Inicialmente foram selecionados quatro indicadores: População Ligada à Rede Geral de Água (SNIS, 2014); População Ligada à Rede Geral de Esgoto (SNIS, 2014), População cujos Esgotos são Lançados Diretamente em Rios, Lagos ou Mar (IBGE, 2010) e Atendimento de Coleta de Resíduos Domésticos (IBGE, 2010; SNIS 2014), os quais foram obtidos para todos os municípios presentes na bacia, um total de 42 municípios. Esses indicadores foram escolhidos por serem fortes componentes para avaliação da sustentabilidade dos municípios e por já terem sido utilizados em outros estudos como o de Carvalho (2011) e Magalhães Jr. (2007), assim como também terem sido selecionados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para compor os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - IDS.

Os dados utilizados para cálculo dos indicadores “População cujos Esgotos são Lançados Diretamente em Rios, Lagos ou Mar” e “Atendimento de Coleta de Resíduos Domésticos” foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Os indicadores “População Ligada à Rede Geral de Água” e “População Ligada à Rede Geral de Esgoto” foram adquiridos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014).

Vale salientar que as informações advindas do IBGE são apresentadas em domicílio e as do SNIS são em percentual de população. Pensando na uniformização dos dados e uma avaliação mais detalhada, decidiu-se por apresentar os quatro índices em percentual de população, ou seja, os indicadores do IBGE precisaram passar por uma transformação de unidade. Para isso foi necessário obter dados de população total dos municípios e também a taxa de ocupação média por domicílio.

Nesse sentido e considerando a necessidade de entender como se apresenta a realidade, a avaliação foi feita a partir dos quatro indicadores selecionados que puderam representar a situação hidroambiental dos 42 municípios presentes na bacia avaliada. Todos os dados e indicadores foram organizados e tratados em tabelas no Microsoft Excel® e posteriormente inseridos no SIG/ArcGis 10.1.

É importante destacar que foram escolhidos apenas quatro indicadores para essa avaliação, porém, isso não exclui a possibilidade de se adicionar outros índices e até mesmo outras bacias, buscando ampliar e aperfeiçoar o estudo em questão.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Com os indicadores em ambiente de SIG foi possível compreender a realidade encontrada nos municípios da bacia através de mapas temáticos. A escala de cores varia do Vermelho ao Verde, representando os resultados mais baixos (menor cobertura do serviço) e os mais altos (maior cobertura do serviço), respectivamente, em relação à sustentabilidade, invertendo apenas para o terceiro indicador que está relacionado ao percentual de população que lançam seus esgotos diretamente em rios, lagos ou mar. Nesse caso, quanto menor volume lançado, melhor será a condição ambiental do município.

O primeiro indicador analisado foi o de **População Ligada à Rede Geral de Água (%)**, apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Observa-se que esse indicador obteve resultados considerados bons para alguns municípios, como por exemplo, Recife e Gravatá que possuem 100% de cobertura do serviço, mesmo com uma população alta, aproximadamente 1.608.488 e 81.182 habitantes, respectivamente, segundo o SNIS (2014). Contrapondo-se a esse resultado, três municípios apresentaram os menores percentuais (0.1 – 20% faixa vermelha): Casinhas (11%), Jataúba (16%) e Santa Maria do Cambucá (6%), os quais apresentam uma população menor que 20.000 habitantes, cada (IBGE, 2014).

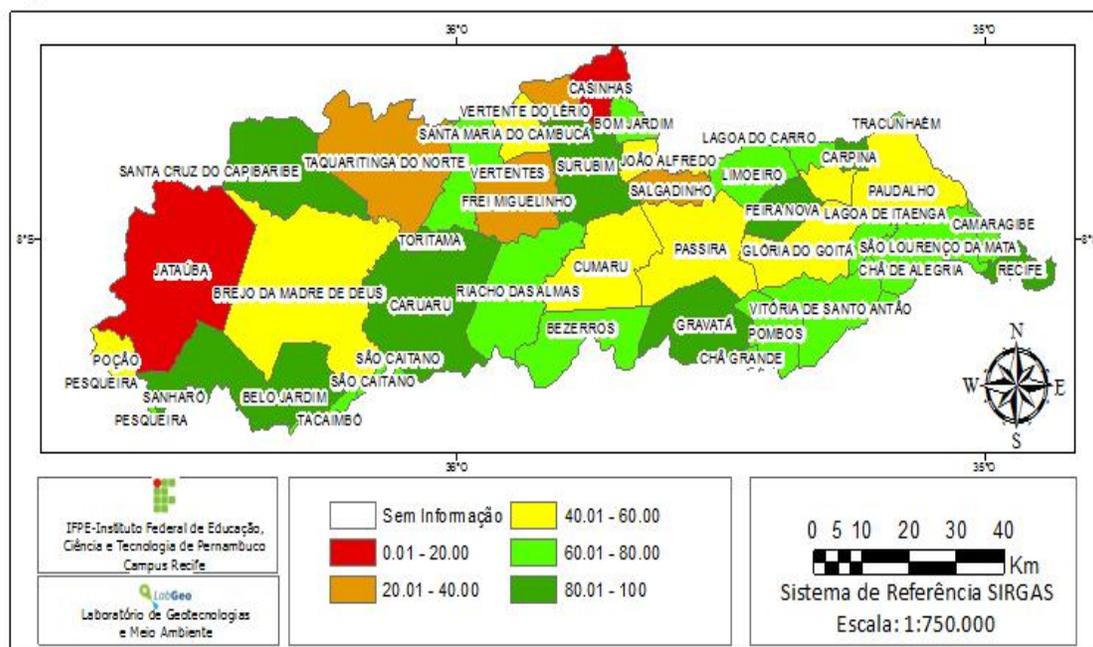


Figura 2 - População Ligada à Rede Geral de Água (%), na bacia do rio Capibaribe Fonte: Autora do trabalho.

A Figura 3 apresenta o resultado do indicador de **População Ligada à Rede Geral de Esgoto (%)** para os municípios da bacia do rio Capibaribe. Como pode ser observado, apenas 7 dos 42 municípios estão ligados a rede geral de esgoto. Dentre eles, os municípios de Recife e Caruaru, se destacam alcançando um percentual de 39% e 43% de atendimento da sua população, respectivamente. Os outros 35 municípios não têm acesso a esse serviço e utilizam de fossas, possuem ligações clandestinas na rede pluvial ou lançam seus esgotos diretamente em corpos d'água.

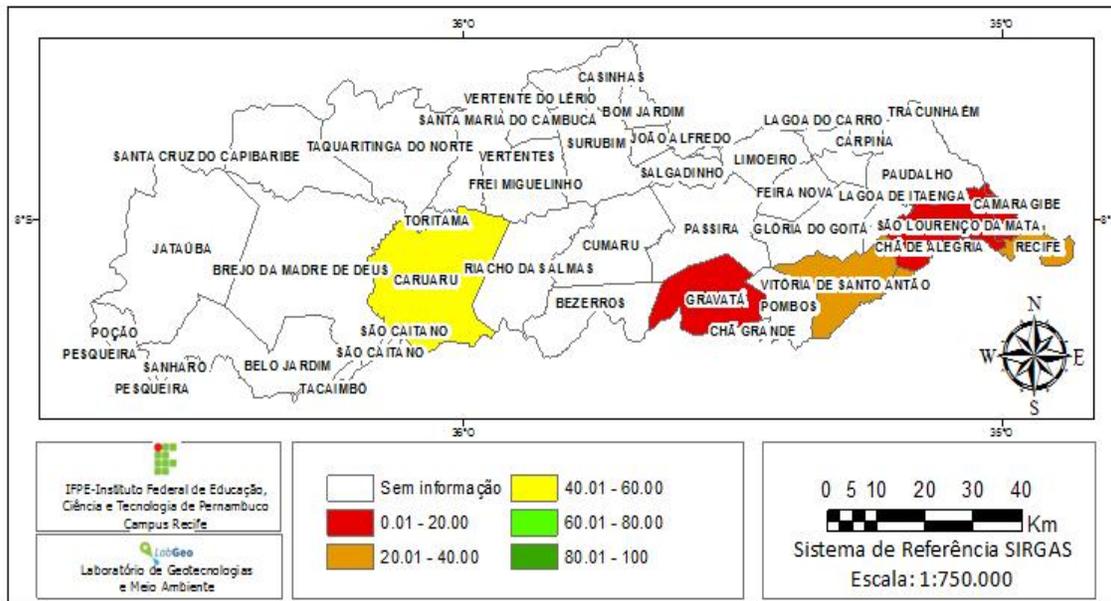


Figura 3 - População Ligada à Rede Geral de Esgoto (%), na bacia do rio Capibaribe. Fonte: Autora do trabalho

Quanto a esse aspecto, deve ser enfatizada a diferença desse indicador apresentado pelo SNIS e pelo IBGE. De acordo com o SNIS, os efluentes de um domicílio ligado à rede geral de esgoto possuem destino adequado, já que a residência está ligada ao sistema de esgotamento sanitário (coleta e tratamento de esgoto doméstico). Por outro lado, pelo IBGE (Censo, 2010), o termo “rede geral de esgoto” significa que os efluentes domésticos podem estar ligados ao sistema de coleta e tratamento de esgotos ou simplesmente ser direcionados para a rede drenagem de águas pluviais, o que inviabiliza uma análise realista do destino dos efluentes domésticos. Por essa razão, optou-se por utilizar o dado do SNIS como indicador de população ligada à rede geral de esgoto.

O terceiro indicador escolhido foi o de **População cujo Esgoto é Lançado Diretamente em Rios, Lagos ou Mar (%)**, o qual está apresentado na Figura 4. Observa-se que o lançamento direto de esgotos nos corpos hídricos da bacia é baixo, varia entre 0.1 e 7,74%, na escala de cores do mapa ficou no intervalo da cor Verde (0.1 – 20%). No caso desse mapa em questão, quanto menor for o percentual, melhor será o índice, por isso a escala de cores foi invertida. O maior percentual (maior percentual de efluente lançado) ficou com o município de Bom Jardim (7,74%).

Apesar de resultados considerados bons, ou seja, baixos volumes de esgoto descartado em corpos hídricos, esse indicador não retrata a realidade desses municípios, uma vez que, apresentam baixa cobertura de serviços de coleta e tratamento de esgotos, conforme observado no percentual de população ligada à rede geral de esgoto.

Uma das razões dessa divergência está no próprio indicador utilizado. Observando os dados do Censo do IBGE (2010), verifica-se que a grande maioria dos domicílios informam que lançam seus efluentes no sistema geral ou na rede de drenagem, o que, conseqüentemente, chega aos corpos hídricos.

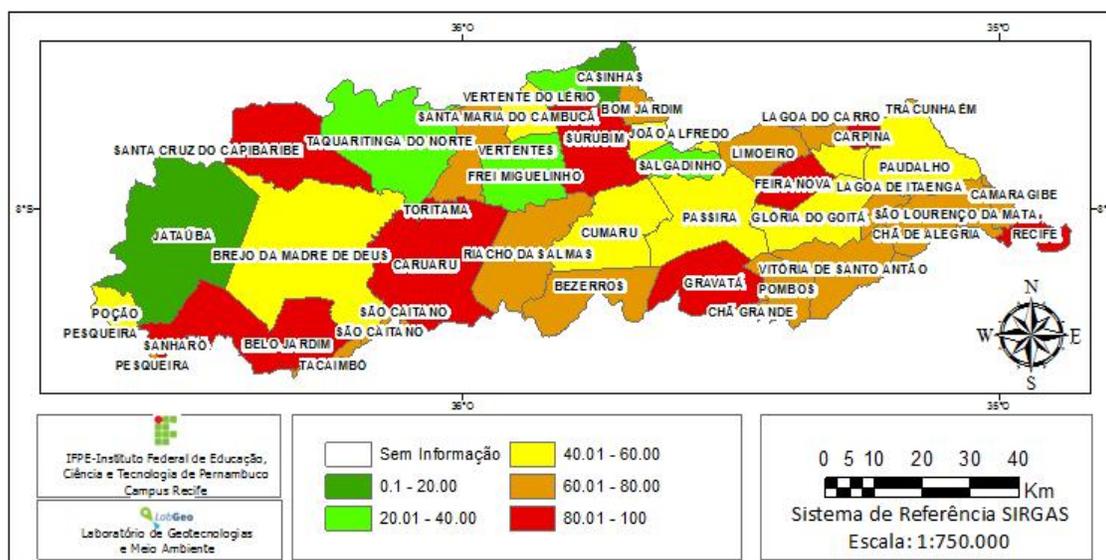


Figura 4 - População cujo esgoto é lançado diretamente em rios, lagos ou mar (%), na bacia do rio Capibaribe. Fonte: Autora do trabalho

Na Figura 5 apresenta-se o indicador **População Atendida Pela Coleta de Resíduos Domésticos (%)**. Observa-se que a maioria dos municípios possui de 60,1 a 80,1 ou de 80,1 a 100% de cobertura desse serviço. Contudo, 6 municípios se destacam com os percentuais mais baixos, são eles: Bom Jardim (40,32%), Casinhas (20,74%), Cumaru (46,68%), João Alfredo (45,43%), Salgadinho (33,10%) Vertente do Lério (41,86%).

Em se tratando de resíduos sólidos, no Estado de Pernambuco existem mais de 200 lixões em operação, mesmo depois da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, que entrou em vigor no mês de agosto de 2010. Essa Lei determina a extinção dos mesmos, no entanto, não houveram muitas mudanças, apesar do prazo final para a disposição ambientalmente adequada dos resíduos, definido na Lei, ter sido finalizado em agosto de 2014. O estado ainda possui lixões e conta apenas com 08 aterros controlados, dentre eles os dos municípios de Belo Jardim, Caruaru, Gravatá, Pesqueira e Recife, presentes na bacia do rio Capibaribe (TCE-PE, 2015).

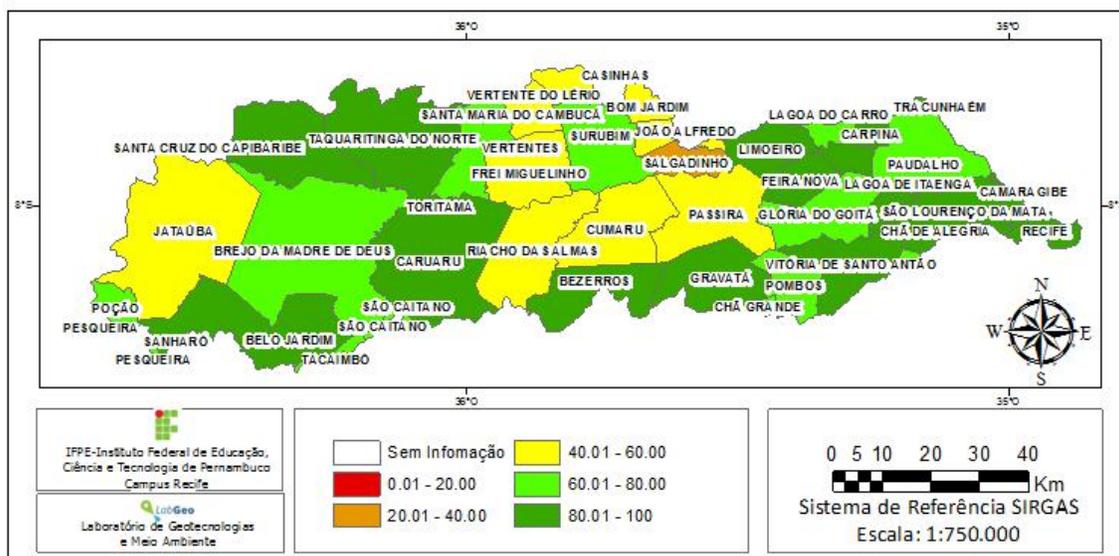


Figura 5 - População Atendida Pela Coleta de Resíduos Domésticos (%), na bacia do rio Capibaribe.

Fonte: Autora do trabalho

5. CONCLUSÕES

Os indicadores de sustentabilidade hidroambiental se mostraram como um instrumento adequado para uma melhor compreensão da questão da sustentabilidade na bacia do rio Capibaribe. Ver esses indicadores em um SIG facilitou o gerenciamento e compreensão dos dados, confirmando que esta é uma importante ferramenta para dar suporte às análises e estudos ambientais, bem como à gestão e tomadas de decisão sobre os recursos hídricos.

Com o desenvolvimento desse estudo foi possível verificar que de maneira geral, os avanços em relação à sustentabilidade, como os investimentos em saneamento ambiental, são notáveis nos municípios presentes na bacia do rio Capibaribe, porém, o desempenho desses indicadores ainda se encontra baixo na bacia, o que reforça a necessidade de ampliação do atendimento aos serviços de saneamento básico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, D. O. et al. Aplicação de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental na bacia hidrográfica do rio Capibaribe. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília. 2015.
2. BASSOI, L. J.; GUAZZELLI, M. R. Controle Ambiental da água. In: PHILIPPI Jr, A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Manole, 2005. p. 53-99.
3. CARVALHO, J. R. M. de. **Sistema de indicadores para a gestão dos recursos hídricos: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
4. CIRILO, J.A., MENDES, C. A. B. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação**. 2ª Ed. Revisada e Ampliada. Porto Alegre: ABRH, 2013.
5. ERCIN, A. E.; ALDAYA, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. (2011) “Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of sugar-containing carbonated beverage.” *Water Resources Management*, v. 25, p. 721-741.
6. HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. (2011) “The water footprint assessment manual.” 1.ed. London: Water Footprint Network, pp. 224.

7. KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J. A. S. do N.; COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. (2008). **Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma Análise a partir da Aplicação do Barômetro da Sustentabilidade**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, jun. 20 (1), pp. 25-50.
8. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística – IBGE. Informações sobre os indicadores. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: dezembro de 2015.
9. LIRA, W. S. **Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade – SIGECIS: Proposta de uma metodologia** Campina Grande – PB. 2008. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, 2008.
10. LONGLEY, P.A.; GOODCHILD, M.F.; MAGUIRE, D.J.; RHIND, D.W. **Sistemas e Ciência da informação geográfica**. 3 ed. Bookman: Porto Alegre, 2013.
11. PERNAMBUCO. Diagnóstico sobre a situação da destinação dos resíduos sólidos em Pernambuco. Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco - TCE-PE. Recife, 2015.
12. PHILIPP JR., A. Saneamento, Saúde e Ambiente. Barueri, SP: Manole, 2010.
13. SILVA, A. M. da; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. (2010). *Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB*. In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, pp. 236-271.
14. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Informações sobre os indicadores. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: dezembro de 2015.
15. TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no futuro: problemas e soluções**, artigo de José Galizia Tundisi. Portal EcoDebate, 09 set. 2010.