



# Estudo voltado para a sustentabilidade da sub-bacia hidrográfica brasileira costeira do baixo piranhas a partir do índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas

Danilo Duarte Costa e Silva<sup>1</sup>

## Como Citar:

E SILVA, Danilo Duarte Costa. Estudo voltado para a sustentabilidade da sub-bacia hidrográfica brasileira costeira do baixo piranhas a partir do índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas. Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.2569-2576, 2024.  
<https://doi.org/10.61411/rsc202444917>

DOI: 10.61411/rsc202444917

Área do conhecimento: Ciências Ambientais.

Palavras-chaves: Bacia hidrográfica; gestão de recursos hídricos; indicadores de sustentabilidade.

Publicado: 11 de junho de 2024.

## Resumo

Na contemporaneidade, a gestão das regiões costeiras em nações em desenvolvimento tem enfrentado desafios significativos, frequentemente resultando em cenários preocupantes em termos de sustentabilidade. No contexto brasileiro, essa problemática é ainda mais acentuada devido a equívocos históricos no planejamento das políticas públicas, exacerbados pelas características físicas únicas do semiárido do país, que é considerado por muitos como o mais desafiador do mundo. Em resposta a essa necessidade, têm surgido indicadores destinados a avaliar a sustentabilidade, embora sua aplicação específica aos recursos hídricos ainda seja limitada. Nesse sentido, foi desenvolvido recentemente o Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas (WSI), que se baseia no modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) e engloba quatro conjuntos principais de indicadores - hidrologia, ambiente, vida e política (formando o acrônimo HELP). Apesar de sua aplicação bem-sucedida em várias bacias ao redor do mundo, há uma lacuna na utilização desse índice em análises de bacias costeiras e em ambientes semiáridos. Este artigo apresenta, portanto, a primeira aplicação do WSI em uma sub-bacia costeira localizada no semiárido brasileiro, especificamente no baixo curso da bacia Piancó-Piranhas-Assu, conhecida como sub-bacia do Baixo Piranhas, no período de 2006 a 2010. Os resultados da metodologia revelaram um escore de 0,531, indicando a necessidade de intervenção por meio da implementação de medidas mitigadoras.

## 1. Introdução

A administração das regiões costeiras em países em desenvolvimento frequentemente enfrenta desafios significativos de planejamento, resultando em cenários cada vez mais preocupantes ([4], [20], [3], [14]). Apesar de serem algumas das áreas mais produtivas, densamente povoadas e ecologicamente ricas do mundo, [4]

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. ✉



ênfatisam que as regiões costeiras enfrentam diversos problemas, desde a exposição a desastres naturais, como tsunamis, até a poluição agravada pela alta densidade populacional, o que coloca essas áreas em uma situação preocupante, especialmente nos países em desenvolvimento. Para resolver esses desafios, [4] destacam a necessidade de um planejamento abrangente que considere diversos aspectos interdisciplinares do problema, visando promover efetivamente o desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a questão da sustentabilidade dos recursos hídricos tem sido amplamente discutida por diversos autores ([8], [15], [12], [13], [16], [17], [19]), explorando seus limites e características. A água não é apenas essencial para a vida humana, ressalta [8], mas desempenha um papel crucial no suporte aos ecossistemas, no desenvolvimento econômico, no bem-estar social e nos valores culturais. Um ponto de partida para entender essa relação é a definição de sustentabilidade hídrica, para a qual vários autores desenvolveram definições abrangentes ([13], [9], [12]).

A sustentabilidade hídrica é definida por [13] como "a capacidade de fornecer e gerenciar água em termos de quantidade e qualidade, atendendo às necessidades atuais da sociedade e do meio ambiente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de fazer o mesmo". A sustentabilidade hídrica também pode ser definida, segundo [12], como "o planejamento e design dos recursos hídricos para contribuir totalmente com os objetivos sociais presentes e futuros, mantendo a integridade ecológica, ambiental e hidrológica". A sustentabilidade hídrica pode ser vista, segundo [9] como "o uso da água para sustentar e fortalecer a sociedade humana no futuro indefinido, sem prejudicar a integridade do ciclo hidrológico ou do sistema ecológico que depende dele". Contribuindo para uma definição sobre sustentabilidade hídrica, [19] afirma que a mesma seria "a garantia contínua e consistente do atendimento às demandas da sociedade por água em quantidade e qualidade".



Para medir a sustentabilidade hídrica, [5] desenvolveram o Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas (WSI), preenchendo uma lacuna de indicadores específicos para essa finalidade. Embora o WSI já tenha sido aplicado com sucesso em algumas bacias hidrográficas ao redor do mundo, há uma falta de aplicação desse índice tanto na análise de bacias costeiras quanto em bacias localizadas em ambientes semiáridos. No Brasil, além dos desafios de gestão enfrentados pelas bacias costeiras as bacias no semiárido brasileiro são ainda mais afetadas pelos problemas de gestão, uma vez que o semiárido brasileiro é considerado por alguns como o mais problemático do mundo [6]. Este artigo propõe, de forma pioneira, a aplicação do Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas (WSI) [5] na sub-bacia hidrográfica costeira do Baixo Piranhas, localizada no semiárido brasileiro, com base na análise do período de 2006 a 2010.

## 2. Metodologia

O Índice de Sustentabilidade de Bacias (WSI), desenvolvido por [5], foi concebido com base em critérios específicos. Estes incluem a necessidade de uma estrutura simples e de aplicação universal, a incorporação de relações causa-efeito para facilitar sua compreensão e utilização, a preferência por parâmetros quantitativos de fácil obtenção, a consideração dos efeitos da variabilidade ou mudança climática e a robustez matemática. Em conformidade com esses critérios, a sustentabilidade das bacias hidrográficas é expressa pela equação a seguir:

$$WSI = (H + E + L + P)/4$$

Onde:

- WSI (0-1) representa o índice de sustentabilidade da bacia;
- H (0-1) é o indicador de hidrologia;



- E (0-1) é o indicador de meio ambiente;
- L (0-1) é o indicador de qualidade de vida humana;
- P (0-1) é o indicador de políticas públicas.

É importante ressaltar que todos os indicadores do WSI possuem o mesmo peso, uma vez que não se conhece a importância relativa de cada um deles para a sustentabilidade.

### 3. Desenvolvimento e discussão

A tabela a seguir, por sua vez, apresenta o detalhamento da aplicação dos dados para cálculo do Watershed Sustainability Index na sub-bacia hidrográfica do Baixo Piranhas

**Tabela 1.** Resultados da aplicação do WSI na sub-bacia hidrográfica do Baixo Piranhas.

P-E-R	Indicadores	Valores	Escore
Pressão	Hidrologia quantidade	17.43%	0.5
	Hidrologia qualidade	-35%	0
	Ambiente	3%	0.75
	Vida	19.96%	1
	Politica	39.99%	1
Estado	Hidrologia quantidade	5292 (Q <sub>máx</sub> /m <sup>3</sup> )	0.75
	Hidrologia qualidade	12,96 ml	0
	Ambiente	65%	1
	Vida	0.607	0.5
	Politica	Muito Pobre	0

Resposta	Hidrologia quantidade	Muito pobre	0
	Hidrologia qualidade	Muito pobre	0
	Ambiente	0	0
	Vida	21.77%	1
	Politica	0	0.25
Valor do WSI global (H+E+L+P/4)			0,531

De forma geral a evolução na qualidade de vida da bacia culminou em uma considerável contribuição para que o índice final fosse classificado em um patamar de média sustentabilidade.

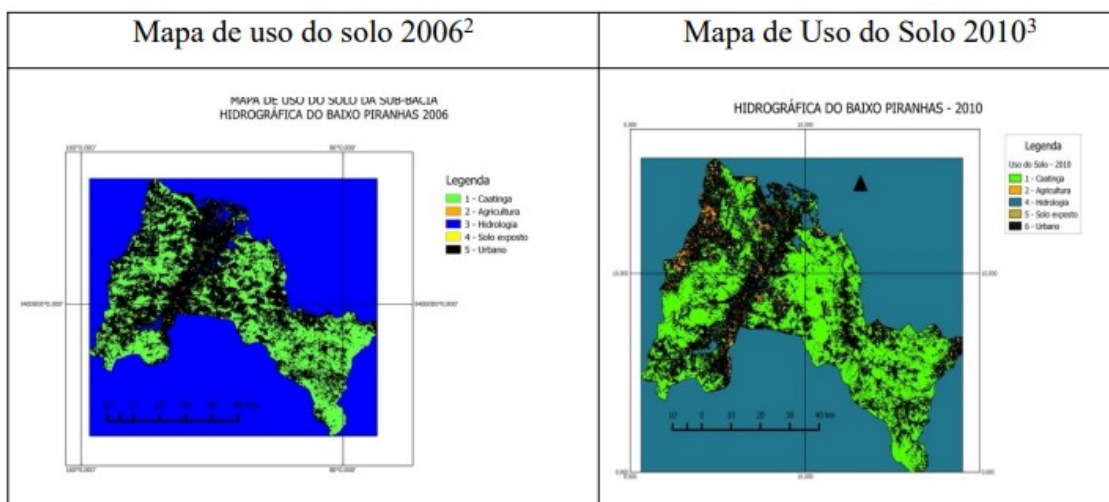


Figura 1. Evolução no Uso do Solo 2006 – 2010

Em relação à ocupação do solo, é notável que o percentual de 40% (base do índice) é superado, indicando que a vegetação nativa ainda predomina na bacia. Ao comparar com o ano de 2006, observa-se um aumento significativo na área dedicada à agricultura, o que resultou em uma variação de aproximadamente 3% no valor final do indicador de pressão.



#### 4. **Considerações finais**

As conclusões principais do estudo foram as seguintes:

- A avaliação do índice de sustentabilidade de bacias (WSI) na sub-bacia do Baixo Piranhas resultou em um valor de 0,531, classificado como moderado em termos de sustentabilidade.

- Fatores como os indicadores de Hidrologia (estado e qualidade da água), Política e Hidrologia (resposta) foram identificados como os principais responsáveis pela redução da sustentabilidade na bacia, destacando a necessidade de implementação de medidas de mitigação, como aprimoramentos no tratamento da água e estratégias de gestão dos recursos hídricos.

- A presença de uma oferta de água abundante, além da preservação de mais de 40% da vegetação original e melhorias significativas na qualidade de vida, foram os elementos que mais influenciaram positivamente o índice de sustentabilidade médio (WSI) obtido.

#### 5. **Declaração de direitos**

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados à terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

#### 6. **Referências**

1. Agência Nacional de Águas (ANA). Hidroweb. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2015.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Brasília, 2014.



3. ASMUS, M. L. et al. Gestão Costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 5, p. 52-57, 2006.
4. BROWN, K.; TOMPKINS, E. L. *Making waves: integrating coastal conservation and development*. Routledge, 2012.
5. CHAVES, H. M.; ALIPAZ, S. An integrated indicator for basin hydrology, environment, life and policy: the watershed sustainability index. *Water Resources Management (Springer)*, 21, 2007.
6. CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=en&tlng=pt). Acesso em: 30 jan. 2014. doi: 10.1590/S0103-40142008000200005.
7. CONGEDO, L.; MUNAFÒ, M.; MACCHI, S. *Investigating the Relationship between Land Cover and Vulnerability to Climate Change in Dar es Salaam*. Working Paper, Rome: Sapienza University, 2013. Disponível em: [http://www.planning4adaptation.eu/Docs/papers/08\\_NWP-DoM\\_for\\_LCC\\_in\\_Dar\\_using\\_Landsat\\_Imagery.pdf](http://www.planning4adaptation.eu/Docs/papers/08_NWP-DoM_for_LCC_in_Dar_using_Landsat_Imagery.pdf).
8. GLEICK, P. H. Water in crisis: paths to sustainable water use. *Ecological Applications*, v. 8, p. 571-579, 1998. doi: 10.1890/1051-0761(1998)008[0571:WICPTS]2.0.CO;2.
9. GLEICK, P. H. et al. *California water 2020: a sustainable vision*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California, USA, 1995.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 18 mar. 2015.



11. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/CDSR/first\\_EN.php](http://www.dgi.inpe.br/CDSR/first_EN.php)>. Acesso em: 17 mar. 2015.
12. LOUCKS, D. P. Sustainable water resources management. *Water International*, v. 25, n. 1, p. 3-10, 2000.
13. MAYS, L. W. (Ed.). *Water resources sustainability*. McGraw-Hill, New York, USA, 2007.
14. NICHOLLS, R. J.; CAZENAVE, A. Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science*, v. 328, n. 5985, p. 1517-1520, 2010.
15. POSTEL, S. L. Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological Applications*, v. 10, n. 4, p. 941-948, 2000.
16. TUCCI, C. E. M. Desafios em recursos hídricos. In: Philippi Jr, A.; Tucci, C. E. M.; Hogan, D. J.; Navegantes, R. *Interdisciplinaridade em ciências ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000.
17. TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 2003.
18. VIEIRA, A. S. Modelo de simulação quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento integrado dos sistemas de recursos hídricos. Dissertação de Doutorado. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2011.
19. VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semiárido. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 2, p. 7-17, 2003.
20. VILES, H.; SPENCER, T. *Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast*. Routledge, 2014.