

## **VI-157 - MENSURAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE POR MEIO DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE**

### **Andressa da Silva<sup>(1)</sup>**

Graduada em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestra em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal, do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal do Pará (IFPA). Coordenadora do Curso Técnico em Saneamento Campus Conceição do Araguaia-PA.

### **Ana Bárbara de Araújo Nunes<sup>(2)</sup>**

Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará. Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará. Docente da Universidade Federal do Ceará.

### **Dayane de Andrade Lima<sup>(3)</sup>**

Graduada em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Doutoranda em Engenharia em Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal do Pará (IFPA).

### **Rosângela Maria da Silva<sup>(4)</sup>**

Graduada em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestra em Tecnologia em Gestão Ambiental (IFCE). Doutoranda em Engenharia em Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Couto Magalhães, 1649 - Universitário – Conceição do Araguaia - PA - CEP: 68540-000 - Brasil - Tel: (94) 3421-1962 - e-mail: [andressa.silva@ifpa.edu.br](mailto:andressa.silva@ifpa.edu.br)

## **RESUMO**

No intuito de prover uma ferramenta que auxilie a tomada de decisão e as políticas públicas de desenvolvimento na região, mensurou-se o grau de sustentabilidade do município de Fortaleza-CE. Assim, indicadores foram elencados a fim de abranger aspectos sociais, ambientais, econômicos e institucionais. Seguindo os critérios do método do Barômetro da Sustentabilidade 24 indicadores foram agrupados em oito dimensões que resultaram em dois índices: Bem-Estar Humano (BEHum) e Bem-Estar Ambiental (BEAmb). O cruzamento dos índices revelou que Fortaleza apresenta grau intermediário de desenvolvimento sustentável, com debilidades importantes na área do saneamento e acentuada desigualdade social.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação da Sustentabilidade, Sustentabilidade em Fortaleza, Barômetro da Sustentabilidade.

## **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro, chamado de desenvolvimento sustentável, tornou-se uma questão primordial nas políticas governamentais, uma vez que incute a necessidade de se aliar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. Por isso, avaliar o grau de sustentabilidade de territórios assume um caráter essencial no diagnóstico das condições humanas e ambientais atuais apresentadas, além de refletir perspectivas de desenvolvimento econômico e conservação dos recursos naturais.

Van Bellen (2002) listou 18 (dezoito) metodologias de avaliação da sustentabilidade mais referenciadas na literatura, entretanto os sistemas de indicadores existentes para mensuração de sustentabilidade apresentam, de forma geral, dificuldades em relação à complexidade dos sistemas monitorados, fragilidade quanto à carência de base de dados disponíveis, dificuldade de interpretação dos resultados obtidos, e ainda lhes faltam parâmetros e metas de sustentabilidade para apoiar processos de comparação (CETRULO; MOLINA; MALHEIROS, 2013). Haveria então uma metodologia que minimizasse as debilidades metodológicas supracitadas e fosse de fácil entendimento e interpretação?

Nesse contexto, alguns autores têm aplicado o Barômetro da Sustentabilidade (BS) como ferramenta para mensuração do desenvolvimento sustentável. O método do BS tem como característica atraente a capacidade de combinar um grande número de indicadores em duas dimensões principais, bem-estar ambiental e bem-estar social, sendo os resultados apresentados em forma gráfica de fácil interpretação.

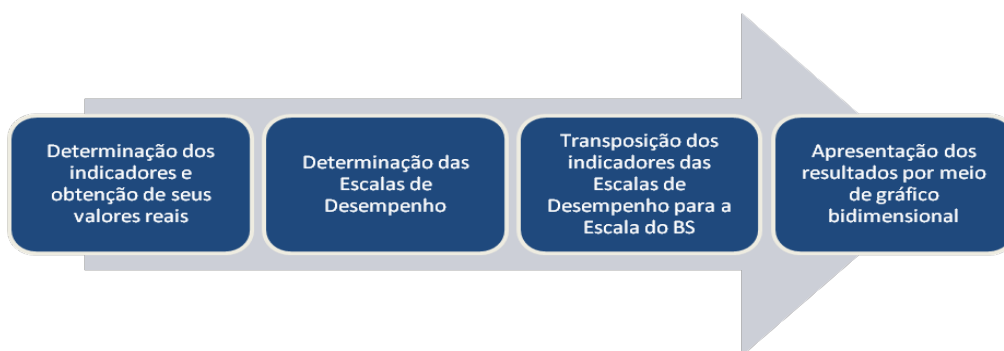
## OBJETIVO

Por meio desta investigação objetivou-se avaliar o nível de sustentabilidade do município de Fortaleza-CE por meio da ferramenta do Barômetro da Sustentabilidade (BS), além de selecionar indicadores representativos para a esta apreciação.

## METODOLOGIA

Escolheu-se o método do BS em virtude da arquitetura aberta que este proporciona, uma vez que nem sempre os indicadores fixos de outros métodos estão disponíveis e são representativos para qualquer município. Outro ponto considerado na seleção do método foi a ênfase equilibrada entre os aspectos ambientais e sociais que o compõem.

A metodologia empregada na construção do BS compreendeu quatro etapas como descrito na Figura 1.



**Figura 1- Etapas empregadas na aplicação do BS para a cidade de Fortaleza-CE**

**Fonte: das autoras, 2017.**

Na definição dos indicadores de desenvolvimento sustentável e obtenção dos valores reais priorizou-se elencar indicadores que relacionam-se direta ou indiretamente com aspectos que influenciam o atendimento das necessidades atuais e futuras dos seres humanos e do meio ambiente. O intuito ao considerar o conceito geral de sustentabilidade ao selecionar os indicadores foi representar o “bem-estar e progresso de condições humanas e ecológicas, em indicadores que possam ser definidos em termos numéricos” (CETRULO; MOLINA; MALHEIROS, 2013). Ademais, optou-se por adotar indicadores passíveis de serem levantados em fontes oficiais de informação.

Já a fase do estabelecimento das Escalas de Desempenho envolveu associar a Escala do BS que é dividida em cinco intervalos, a outros cinco intervalos subjetivamente definidos; mas baseados em padrões estabelecidos a nível mundial, nacional ou local a depender principalmente da natureza do indicador e da disponibilidade de dados confiáveis na literatura passíveis de prover base para a formulação das Escalas de Desempenho. Dividiu-se o intervalo resultante dos extremos (limite superior e limite inferior) em cinco campos iguais, todavia, por vezes, utilizou-se um valor central, alocado no limite superior do grau “intermediário” da Escala de Desempenho, o que provê uma melhor distribuição dos setores que variam de “insustentável” a “sustentável” como pode ser visto na Tabela 1.

**Tabela 1 - Escalas de Desempenho dos indicadores de desenvolvimento sustentável dos municípios cearenses e sua associação com a Escala do BS**

ESCALA DE DESEMPENHO DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE					
	Insustentável	Potencialmente Insustentável	Intermediário	Potencialmente Sustentável	Sustentável
Faixas do BS	0 – 19,999	20 – 39,999	40 – 59,999	60 – 79,999	80 – 100
Mortalidade Infantil	100,000 - 50,000	49,999 - 40,000	39,999 - 30,000	29,999 - 20,000	19,999 - 0,000
Número de médicos	0,000 - 0,629	0,630 - 1,259	1,260 - 1,889	1,890 - 2,499	≥2,500
Leitos hospitalares	0,000 - 0,749	0,750 - 1,499	1,500 - 2,249	2,250 - 2,999	≥3,000
Unidades de saúde	0,000 - 2,299	2,300 - 4,869	4,870 - 7,529	7,530 - 10,199	≥10,200
Extrema pobreza	100,000 - 50,000	49,999 - 20,000	19,999 - 10,000	9,999 - 5,000	54,999 - 0,000
Nível de ocupação	0,000 - 42,000	42,001 - 55,000	55,001 - 69,000	69,001 - 84,000	84,001 - 100,000
Trabalho infantil	100,000 - 21,000	20,999 - 7,600	7,599 - 5,100	5,099 - 2,510	2,509 - 0,000
PIB	1249,770 - 13872,650	13872,651 - 26495,520	26495,521 - 39118,380	39118,381 - 333139,800	≥333139, 801
Analfabetismo	100,000 - 37,200	37,199 - 24,870	24,869 - 12,540	12,539 - 0,300	0,299 - 0,000
Ideb (séries iniciais do ensino fundamental)	0,000 - 1,499	1,45 - 2,999	3,000 - 4,499	4,500 - 5,999	6,000 - 10,000
Ideb (séries finais do ensino fundamental)	0,000 - 1,499	1,45 - 2,999	3,000 - 4,499	4,500 - 5,999	6,000 - 10,000
Abandono escolar do ensino fundamental	100,000 - 67,720	67,719 - 35,450	35,449 - 3,100	3,199 - 1,500	1,499 - 0,000
Abandono escolar do ensino médio	100,000 - 62,120	62,119 - 31,050	31,049 - 6,800	6,799 - 3,300	3,299 - 0,000
Escolarização líquida no ensino fundamental	0,000 - 32,100	32,101 - 64,300	64,301 - 96,500	96,501 - 98,150	98,151 - 100,000
Escolarização líquida no ensino médio	0,000 - 18,960	18,961 - 37,920	37,921 - 56,900	56,901 - 84,999	85,000 - 100,000
Vias públicas com urbanização adequada	0,000 - 19,675	19,676 - 39,350	39,351 - 59,025	59,026 - 78,700	78,701 - 100,000
Acesso à energia elétrica	0,000 - 69,999	70,000 - 79,999	80,000 - 89,999	90,000 - 94,999	95,000 - 100,000
Índice de Gini	1,000 - 0,800	0,799 - 0,501	0,500 - 0,400	0,399 - 0,200	0,199 - 0,000
IDM	0,000 - 26,599	26,600 - 42,755	42,756 - 58,911	58,912 - 75,069	75,070 - 100,000
IDHM	0,000 - 0,499	0,500 - 0,599	0,600 - 0,699	0,700 - 0,799	0,800 – 1,000
Taxa de cobertura de esgoto	0,000 - 69,999	70,000 - 79,999	80,000 - 89,999	90,000 - 94,999	95,000 - 100,000
Taxa de cobertura de água	0,000 - 69,999	70,000 - 79,999	80,000 - 89,999	90,000 - 94,999	95,000 - 100,000
Taxa de cobertura da coleta de lixo	0,000 - 69,999	70,000 - 79,999	80,000 - 89,999	90,000 - 94,999	95,000 - 100,000
Arborização de vias públicas	0,000 - 22,666	22,667 - 45,332	45,333 - 68,099	68,100 - 84,000	84,001 - 100,000

Fonte: das autoras, 2017

A transposição dos valores dos indicadores das faixas de desempenho para a Escala do BS utilizou-se a interpolação linear simples conforme as Equações (1) e (2).

$$\left(\frac{x' - x_0}{x_1 - x_0}\right) = \left(\frac{y' - y_0}{y_1 - y_0}\right) \quad \text{equação (1)}$$

Logo,

$$y' = \left(\frac{x' - x_0}{x_1 - x_0}\right)(y_1 - y_0) + y_0 \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

$x'$  = valor real do indicador

$y'$  = valor na Escala do BS

$x_0$  = limite mínimo da Escala de Desempenho

$x_1$  = limite máximo da Escala de Desempenho

$y_0$  = limite mínimo da Escala do BS

$y_1$  = limite máximo da Escala do BS

Em relação à apresentação dos resultados por meio de gráfico os índices Bem-Estar Humano (BEHum) e Bem-Estar Ambiental (BEAmb) do município de Fortaleza cearenses foram plotados em gráficos bidimensionais. A escala utilizada no gráfico para cada um dos eixos varia de 0 a 100 e foi dividida em cinco setores que representam a amplitude dos intervalos das Escalas do BS, a saber, aproximadamente 20. Cada um dos setores expressa, por meio de uma cor, a classificação provida pela Escala do BS, variando do vermelho até o verde.

## RESULTADOS

Os valores dos indicadores elencados, uma vez transpostos para a Escala do BS, resultaram na obtenção de oito índices referentes às dimensões, como exposto pelos Quadros 1 e 2 que relatam os resultados obtidos para o município de Fortaleza.

**Quadro 1 - Graus dos indicadores e dimensões pertencentes ao eixo BEHum na Escala do BS do Município de Fortaleza/CE.**

Eixo	Dimensões	Indicadores	Valores dos indicadores na Escala do BS	Graus das dimensões	Situação da dimensão em relação ao Desenvolvimento Sustentável
Bem-Estar Humano	Saúde e População	Mortalidade Infantil	88,499	58,017	Intermediário
		Número de médicos	61,642		
		Leitos hospitalares	80,971		
		Unidades de saúde	0,957		
	Riqueza	Extrema pobreza	78,159	59,249	Intermediário
		Nível de ocupação	50,427		
		Trabalho infantil	75,441		
		PIB	32,967		
	Conhecimento e Cultura	Analfabetismo	69,214	63,681	Potencialmente Sustentável
		Ideb (séries iniciais)	72,007		
		Ideb (séries finais)	56,010		
		Abandono escolar do ensino fundamental	75,291		
		Abandono escolar do ensino médio	59,257		
		Escolarização líquida no ensino fundamental	55,465		
		Escolarização líquida no ensino médio	58,524		
	Comunidade	Vias públicas com urbanização adequada	13,417	63,665	Potencialmente Sustentável
		Acesso à energia elétrica	98,800		
		IDHM	70,909		
		IDM	71,534		
	Equidade	Índice de Gini	31,563	31,563	Potencialmente Insustentável

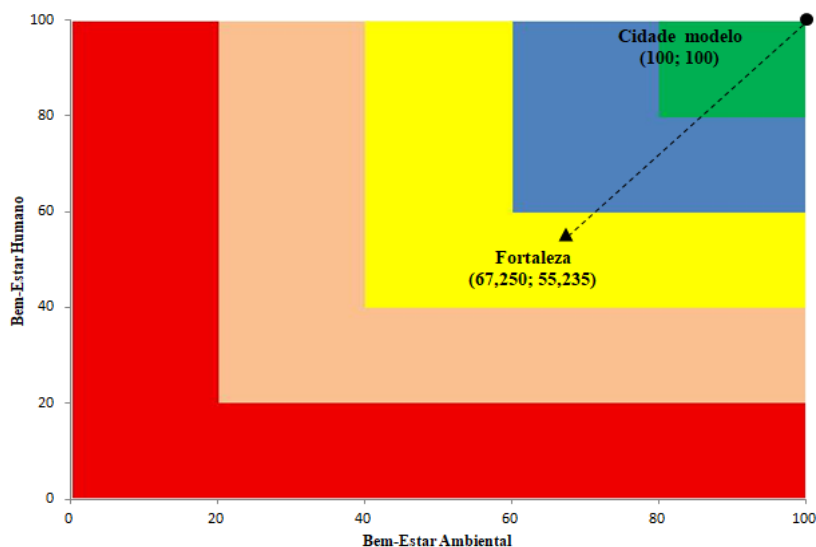
Fonte: das autoras, 2017.

**Quadro 2 - Graus dos indicadores e dimensões pertencentes ao eixo BEAmb na Escala do BS do Município de Fortaleza-CE.**

Eixo	Dimensões	Indicadores	Valores dos indicadores na Escala do BS	Graus das dimensões	Situação da dimensão em relação ao Desenvolvimento Sustentável
Bem-Estar Ambiental	Água	Taxa de cobertura de esgoto	28,000	38,322	Potencialmente Insustentável
		Taxa de cobertura de água	48,645		
	Utilização de Recursos Naturais	Taxa de cobertura da coleta de lixo	95,000	95,000	Sustentável
	Terra	Arborização de vias públicas	68,427	68,427	Potencialmente Sustentável

Fonte: das autoras, 2017.

É interessante pontuar que a análise efetuada a respeito de cada indicador, dimensão ou eixo apenas mostra a situação dos temas abordados nestes, contudo, não revela a conjuntura de Fortaleza em relação ao desenvolvimento sustentável, para tanto, faz-se necessário o exame do cruzamento dos índices BEHum e BEAmb. A Figura 2 relata a colocações da cidade de Fortaleza em relação ao desenvolvimento sustentável.



**Figura 2- Colocação do município de Fortaleza no Barômetro da Sustentabilidade.**  
**Fonte: das autoras, 2017.**

## CONCLUSÕES

Nesta investigação, foram selecionados 24 indicadores com expressividade no que diz respeito à análise do desenvolvimento sustentável. Dados reais destes indicadores foram transpostos para a Escala do Barômetro da Sustentabilidade e após serem agrupados em oito dimensões compuseram os índices que espelharam as condições sociais e ambientais e que cruzados determinaram o grau de sustentabilidade da cidade de Fortaleza.

Pôde-se observar que o desempenho do município de Fortaleza é baixo no que diz respeito aos indicadores unidades de saúde, PIB, índice de Gini, taxa de cobertura de esgoto e vias públicas com urbanização adequada. A intersecção dos índices Bem-Estar Humano e Bem-Estar Ambiental demonstra um nível intermediário de desenvolvimento sustentável do município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETRULO, Tiago Balieiro; MOLINA, Natália Sanchez; MALHEIROS, Tadeu Fabricio. Indicadores de sustentabilidade: proposta de um barômetro de sustentabilidade estadual. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 30, p.33-45, dez. 2013. Mensal. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/30-07\\_Materia\\_4\\_artigos376.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/30-07_Materia_4_artigos376.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2016.
2. VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. 2002. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <[http://cmappublic2.ihmc.us/rid=1188902033989\\_1460031917\\_8589/Tese\\_de\\_Van\\_Bellen.pdf](http://cmappublic2.ihmc.us/rid=1188902033989_1460031917_8589/Tese_de_Van_Bellen.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2017.