


**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DOS BAIROS DE ARACAJU, SERGIPE, NO
CONTEXTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

**SUSTAINABILITY INDEX OF NEIGHBORHOODS IN ARACAJU, SERGIPE, IN THE
CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC**

**ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD DE LOS BARRIOS DE ARACAJU, SERGIPE, EN EL
CONTEXTO DE LA PANDEMIA DE COVID-19**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n6-062>

Data de submissão: 12/05/2026

Data de publicação: 12/06/2026

Flávia de Jesus Lima

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: flavia_lima@academico.ufs.br

Gregório Guirado Faccioli

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: gregorioufs@gmail.com

Alane Regina Rodrigues dos Santos

Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: alane-rs@hotmail.com

Inajá Francisco de Sousa

Doutor em Recursos Naturais
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: inajafrancisco@academico.ufs.br

Ketylen Vieira Santos

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: ketylenvs@gmail.com

Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: rrgomesfilho@gmail.com

Jaqueline Ribeiro de Jesus

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: jaqueline.ribbeiro@gmail.com

RESUMO

Este estudo avalia o Índice de Sustentabilidade nos bairros de Aracaju/SE durante a pandemia da COVID-19, considerando variáveis como consumo per capita de água, perdas na distribuição, qualidade da água e percepção da população sobre o reuso. A metodologia de Calorio (1997), adaptada por Faccioli e Gomes Filho (2021), foi empregada para o cálculo do Índice, utilizando indicadores ambientais, sociais, econômicos e culturais. Os resultados apontam que os bairros Coroa do Meio/Atalaia, 13 de Julho, Jardins e Salgado Filho apresentaram índices regulares, indicando uma infraestrutura relativamente estruturada, mas com desafios a serem superados. Já os bairros Grageru/Luzia, José Conrado de Araújo, Olaria e Siqueira Campos apresentaram desempenho ruim no Índice de Sustentabilidade, revelando fragilidades associadas ao abastecimento de água, às perdas na distribuição e às condições socioeconômicas. A análise destaca a importância de políticas públicas para a melhoria do acesso à água e redução do desperdício, além da necessidade de conscientização da população sobre práticas sustentáveis. Os resultados reforçam a urgência de investimentos em infraestrutura hídrica e estratégias de gestão urbana eficientes, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável e equitativo.

Palavras-chave: Indicadores Ambientais. Distribuição de Água. Desigualdade Socioeconômica. Gestão Sustentável. Infraestrutura Hídrica.

ABSTRACT

This study evaluates the Sustainability Index in neighborhoods of Aracaju, Sergipe (Brazil), during the COVID-19 pandemic, considering variables such as per capita water consumption, distribution losses, water quality, and the population's perception of water reuse. The methodology proposed by Calorio (1997), adapted by Faccioli and Gomes Filho (2021), was applied to calculate the Index using environmental, social, economic, and cultural indicators. The results show that the neighborhoods of Coroa do Meio/Atalaia, 13 de Julho, Jardins, and Salgado Filho presented regular indices, indicating a relatively structured infrastructure, although challenges remain. In contrast, the neighborhoods of Grageru/Luzia, José Conrado de Araújo, Olaria, and Siqueira Campos showed poor performance in the Sustainability Index, revealing weaknesses associated with water supply, distribution losses, and socioeconomic conditions. The analysis highlights the importance of public policies to improve access to water and reduce losses, as well as the need to raise public awareness regarding sustainable practices. The findings reinforce the urgency of investments in water infrastructure and efficient urban management strategies, contributing to more sustainable and equitable development.

Keywords: Environmental Indicators. Water Distribution. Socioeconomic Inequality. Sustainable Management. Water Infrastructure.

RESUMEN

Este estudio evalúa el Índice de Sostenibilidad en los barrios de Aracaju/SE durante la pandemia de la COVID-19, considerando variables como el consumo per cápita de agua, las pérdidas en la distribución, la calidad del agua y la percepción de la población sobre la reutilización. Se empleó la metodología de Calorio (1997), adaptada por Faccioli y Gomes Filho (2021), para el cálculo del Índice, utilizando indicadores ambientales, sociales, económicos y culturales. Los resultados muestran que los barrios Coroa do Meio/Atalaia, 13 de Julho, Jardins y Salgado Filho presentaron índices regulares, lo que indica una infraestructura relativamente estructurada, aunque con desafíos por superar. En cambio, los barrios Grageru/Luzia, José Conrado de Araújo, Olaria y Siqueira Campos presentaron un desempeño bajo en el Índice de Sostenibilidad, evidenciando fragilidades asociadas al abastecimiento de agua, a las pérdidas en la distribución y a las condiciones socioeconómicas. El análisis destaca la importancia de políticas públicas para mejorar el acceso al agua y reducir el

desperdicio, además de la necesidad de concienciar a la población sobre prácticas sostenibles. Los resultados refuerzan la urgencia de inversiones en infraestructura hídrica y estrategias de gestión urbana eficientes, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y equitativo.

Palabras clave: Indicadores Ambientales. Distribución de Agua. Desigualdad Socioeconómica. Gestión Sostenible. Infraestructura Hídrica.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia da COVID-19, iniciada em 2019, impôs desafios sem precedentes às sociedades, evidenciando a necessidade do acesso a recursos essenciais, como a água, para garantir condições adequadas de saúde e higiene (Macedo et al., 2020). Durante esse período, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendou amplamente práticas de higienização pessoal, como a lavagem frequente das mãos, como medida preventiva essencial para conter a disseminação do vírus (Cerezini, 2021; Ondas, 2021).

No entanto, essas diretrizes revelaram desigualdades significativas no acesso e no uso sustentável dos recursos hídricos, especialmente em áreas urbanas com alta densidade populacional. Aracaju, capital do estado de Sergipe, situada na região Nordeste do Brasil, apresenta particularidades socioeconômicas e ambientais que tornam necessária uma análise aprofundada sobre a sustentabilidade (Brasil, 2020; WHO; UNICEF, 2020).

As agressões ambientais ocorridas nas últimas décadas intensificaram a necessidade de estudos que busquem minimizar os impactos da ação antrópica, visando à promoção da sustentabilidade global e local (Santos, 2019). Nesse sentido, a Agenda 2030, documento elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, reforça a importância da cooperação entre governos e sociedade civil no enfrentamento dos desafios ambientais, sociais e econômicos. Esse compromisso visa à incorporação da sustentabilidade nas políticas públicas nacionais, promovendo a equidade, a dignidade e a paz entre as nações até 2030 (PNUD, 2016).

Um dos instrumentos utilizados para monitorar e mensurar a sustentabilidade são os Indicadores de Sustentabilidade, que capturam tendências e fornecem informações essenciais para a tomada de decisão, o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias (Souza et al., 2020). Os indicadores desempenham um papel fundamental na geração de dados para a avaliação da sustentabilidade, permitindo compreender a dinâmica dos desafios existentes e direcionar mudanças prioritárias para um desenvolvimento sustentável.

Para determinar o Índice de Sustentabilidade, faz-se necessário identificar e aplicar indicadores que possibilitem um melhor entendimento das relações da população aracajuana com a água. De acordo com Guimarães (2009), um indicador não é apenas uma estatística isolada, mas uma variável que reflete uma condição específica em determinado período.

Dentre os métodos utilizados para a determinação de índices de sustentabilidade, destaca-se o método de Calorio (1997), adaptado por Faccioli e Gomes Filho (2021), o qual permite a análise por meio de gráficos do tipo radar. Esses gráficos representam um conjunto de indicadores dentro de um sistema e possibilitam a visualização das inter-relações entre diferentes variáveis.

Diante desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o Índice de Sustentabilidade em Aracaju durante o período mais intenso de isolamento social, de março de 2020 a março de 2021. A análise considera fatores como o acesso, a qualidade e o consumo da água pela população, buscando compreender as mudanças nos padrões de uso dos recursos hídricos e suas relações com os impactos da pandemia da COVID-19.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em oito bairros de Aracaju, capital de Sergipe: Coroa do Meio/Atalaia, 13 de Julho, Jardins, Salgado Filho, Grageru/Luzia, José Conrado de Araújo, Olaria e Siqueira Campos. O estudo adotou o método hipotético-dedutivo, sendo de natureza aplicada e abordagem quali-quantitativa para uma análise abrangente do Índice de Sustentabilidade.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos possuem caráter exploratório e explicativo (Marconi & Lakatos, 2011), com levantamento documental em bases de dados como Capes, Google Acadêmico, Scielo, Science Direct e Elsevier. Além disso, foram aplicados questionários semiestruturados a moradores dos bairros estudados, contendo vinte questões-chave. A coleta de dados ocorreu de forma online (*Google Forms*) e presencial, entre setembro e dezembro de 2021.

Com base nas orientações de Barbetta (2006) para definição e organização de amostras em pesquisas sociais, a amostra foi composta por 400 participantes, distribuídos equitativamente entre os oito bairros analisados. Os participantes foram selecionados por acessibilidade, considerando como critérios de inclusão residir em um dos bairros contemplados pela pesquisa, possuir idade igual ou superior a 18 anos e concordar em participar após serem informados sobre os objetivos do estudo.

Para a construção do Índice de Sustentabilidade, adotou-se a metodologia de Calorio (1997) adaptada por Faccioli e Gomes Filho (2021). O índice foi elaborado a partir de indicadores ambientais, sociais, econômicos e culturais, permitindo uma compreensão dos padrões de sustentabilidade nos bairros analisados (Quadro 01).

Quadro 01. Dimensões, componentes, indicadores e siglas utilizados na mensuração do Índice de Sustentabilidade

DIMENSÃO	COMPONENTE ANALÍTICO	INDICADOR UTILIZADO	SIGLA
AMBIENTAL	Consumo de água	Consumo per capita de água	A1
AMBIENTAL	Distribuição de água	Perda na distribuição	A2
AMBIENTAL	Parâmetros de qualidade da água	Turbidez	A3
AMBIENTAL	Parâmetros de qualidade da água	Coliformes totais	A4
AMBIENTAL	Parâmetros de qualidade da água	Cor aparente	A5
SOCIAL	Educação	Grau de escolaridade	S1
ECONÔMICA	Renda e vulnerabilidade socioeconômica	Recebimento de auxílio governamental	E1
CULTURAL	Percepção ambiental	Percepção sobre o reuso da água	C1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os indicadores utilizados na pesquisa avaliam diferentes dimensões da sustentabilidade nos bairros estudados. O Consumo de Água Per Capita (A1) mede o volume de água fornecido e consumido pela população, enquanto a Perda de Distribuição (A2) quantifica o volume desperdiçado entre a distribuidora e o consumidor. Os parâmetros de qualidade da água foram analisados por meio da turbidez (A3), da presença de coliformes totais e *Escherichia coli* (A4) e da cor aparente da água (A5).

No aspecto social, o Grau de Escolaridade (S1) verifica se a instrução do consumidor influencia suas práticas sustentáveis. No âmbito econômico, o Auxílio-Governo (E1) avalia a vulnerabilidade financeira agravada durante a pandemia, relacionando-a ao comportamento no consumo de água e à capacidade de pagamento da tarifa. Já no aspecto cultural, a Percepção do Reuso da Água (C1) analisa, com base nos questionários aplicados, a visão da população sobre a reutilização da água residencial como prática sustentável.

Para a classificação dos indicadores, estabeleceu-se que um consumo de água per capita igual ou inferior a 16m³ é sustentável, enquanto valores superiores a esse limite são considerados insustentáveis. No indicador Perda de Distribuição (A2), valores inferiores a 20% são sustentáveis, enquanto perdas superiores são classificadas como insustentáveis. No que se refere aos parâmetros de qualidade da água, a turbidez (A3) foi analisada conforme os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O indicador A4 considerou a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, enquanto o A5 avaliou a cor aparente da água.

Os indicadores social, econômico e cultural foram analisados com base nas respostas dos questionários. Para o S1 (Grau de Escolaridade), a sustentabilidade foi atribuída a indivíduos com ensino médio completo ou nível superior. No E1 (Auxílio-Governo), foram considerados sustentáveis os domicílios que não recebiam auxílio governamental.

Por fim, o C1 (Percepção do Reuso da Água) foi considerado sustentável quando os moradores reconheciam a importância do reuso para o meio ambiente, independentemente de adotarem essa prática. Também foram classificados como sustentáveis aqueles que viam o reuso como essencial em

situações de escassez. Por outro lado, moradores que percebiam o reuso apenas como estratégia para redução de custos ou que consideravam desnecessário reutilizar água, por acreditarem que Aracaju possui abastecimento suficiente, foram classificados como insustentáveis.

Para todos os indicadores ambientais, sociais, econômicos e culturais, foram calculados os percentuais de valores classificados como sustentáveis e insustentáveis. Em seguida, foi determinada a média ponderada desses índices, que serviram como base para a construção do gráfico radar, conforme a metodologia de Calorio (1997) adaptada por Faccioli e Gomes Filho (2021). O processo seguiu os seguintes passos:

1º Passo: Para padronizar foi preciso eliminar os efeitos de escala e de unidade de medida. Uma vez que elas se referem a indicadores diferentes, será necessário padronizar todas as dimensões dos indicadores para vp_n (1):

$$vp_n = \frac{5+(x_n-\bar{x})}{s} \quad (1)$$

Onde:

vp_n = valor do indicador n padronizado; x_n = valor original do indicador n; \bar{x} = valor médio de todos os indicadores; s = desvio-padrão para todos os indicadores; e 5 = constante acrescentada por Calorio (1997).

2º Passo: Calcular o ângulo formado entre dois indicadores adjacentes, utilizando a equação trigonométrica abaixo (2):

$$\alpha = \frac{360}{N} \times \frac{\pi}{180} \quad (2)$$

Onde: α = Ângulo formado entre dois indicadores, em radianos; N = Número total de indicadores; $\pi/180$ = Fator de transformação de graus em radianos, se a rotina para cálculo do cosseno no passo seguinte exigir.

3º Passo: Realizar o cálculo da área de cada triângulo identificado no gráfico (S_n), a partir do valor padronizado de dois indicadores adjacentes e do ângulo definido no 2º passo (3). As equações utilizadas para o cálculo da área e do perímetro de cada triângulo foram as seguintes:

- Obtenção do lado desconhecido do triângulo:

$$d_n = \sqrt{\frac{(vp_n)^2 + (vp_{n+1})^2 - 2 \times (vp_n \times vp_{n+1}) \times \cos \alpha}{\cos \alpha}} \quad (3)$$

Onde: d_n = lado desconhecido do triângulo; vp_n e vp_{n+1} = valores padronizados dos indicadores n e $n+1$; e α = ângulo formado entre dois indicadores ($360^\circ / n^\circ$ de indicadores)

- cálculo do semiperímetro do triângulo (4):

$$p_n = \frac{vp_n + vp_{n+1} + d_n}{2} \quad (4)$$

Onde: p_n = semiperímetro do triângulo n ; vp_n , vp_{n+1} e d_n = lados do triângulo.

- cálculo da área do triângulo (5):

$$S_n = \sqrt{p_n(p_n - vp_n) \times (p_n - vp_{n+1}) \times (p_n - d_n)} \quad (5)$$

E, por último:

4º Passo: Após esses cálculos, será calculado o Índice de Sustentabilidade, conforme equação abaixo (6);

$$IS = \sum_{n=1}^N S_n \quad (6)$$

A partir dos resultados provenientes dos gráficos radar, o próximo passo é determinar o Índice de Sustentabilidade (IS) final calculado pela relação entre o valor do IS modificado por Faccioli e Gomes Filho (2021) e o valor do IS na máxima de 100, tendo em vista que, por Calorio (1997), na metodologia original, a área total do gráfico radar é de 0 ao infinito.

Com efeito, os índices de sustentabilidade selecionados para este trabalho serão pontuados por valores que irão variar de 0 a 100, utilizando critérios adaptados na Tabela 01 para concluir sobre a sustentabilidade dos bairros selecionados (Sobral, 2012). O valor encontrado servirá de base para a classificação sustentável por Sobral (2012), conforme descrito na Tabela 01.

Tabela 01. Classificação do Índice de Sustentabilidade

Índice (0 -100)	Nível de Sustentabilidade
$80 < \text{Índice} \leq 100$	Ideal
$60 < \text{Índice} \leq 80$	Bom
$40 < \text{Índice} \leq 60$	Regular
$20 < \text{Índice} \leq 40$	Ruim
$00 < \text{Índice} \leq 20$	Péssimo

Fonte: Sobral (2012, p. 63)

Por tratar-se de pesquisa de opinião pública com participantes não identificados, sem coleta de dados pessoais sensíveis ou possibilidade de identificação individual, o estudo enquadra-se nas situações não registradas nem avaliadas pelo Sistema CEP/CONEP, conforme previsto na Resolução CNS nº 510/2016. Ainda assim, todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e manifestaram concordância em participar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos a partir da aplicação dos indicadores de sustentabilidade nos bairros analisados. A discussão dos dados busca interpretar os índices calculados, comparando-os com referências estabelecidas na literatura e identificando padrões, fragilidades e potencialidades em cada localidade.

3.1 COROA DO MEIO / ATALAIA

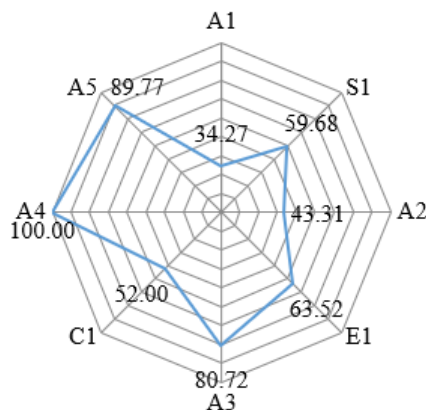
De acordo com os dados apresentados na Tabela 02, observa-se que a menor triangulação da área aparece entre a relação A1/S1 dos eixos, conforme demonstrado no gráfico radar da Figura 01. Diante disso, propõe-se melhorias no consumo per capita (A1) com ações sustentáveis junto à comunidade.

Tabela 02. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Coroa do Meio/Atalaia

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	34.27	59.68	42.94	68.44	723.01
S1/A2	59.68	43.31	42.22	72.60	913.80
A2/E1	43.31	63.52	44.94	75.89	972.60
E1/A3	63.52	80.72	57.44	100.84	1812.71
A3/C1	80.72	52.00	57.30	95.01	1483.96
C1/A4	52.00	100.00	73.14	112.57	1838.50
A4/A5	100.00	89.77	73.24	131.50	3174.00
A5/A1	89.77	34.27	69.88	96.96	1087.58
Índice de Sustentabilidade final					42.45

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 01. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Coroa do Meio/Atalaia.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 13 DE JULHO

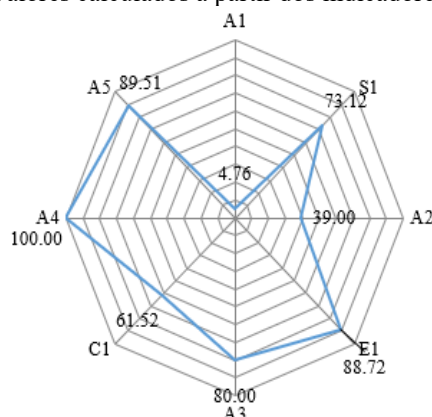
A Tabela 03 apresenta a menor triangulação da área nos eixos A1/S1, evidenciando a necessidade de ações sustentáveis direcionadas ao consumo per capita (A1). A Figura 02 reforça essa análise, indicando que tais medidas devem ser implementadas prioritariamente junto à comunidade.

Tabela 03. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro 13 de Julho.

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	4.76	73.12	69.84	73.86	123.06
S1/A2	73.12	39.00	53.24	82.68	1008.23
A2/E1	39.00	88.72	67.07	97.40	1223.33
E1/A3	88.72	80.00	65.07	116.89	2509.40
A3/C1	80.00	61.52	56.79	99.15	1740.07
C1/A4	61.52	100.00	71.31	116.41	2175.08
A4/A5	100.00	89.51	73.17	131.34	3164.69
A5/A1	89.51	4.76	86.21	90.24	150.64
Índice de Sustentabilidade final					42.76

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 02. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro 13 de Julho.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 JARDINS

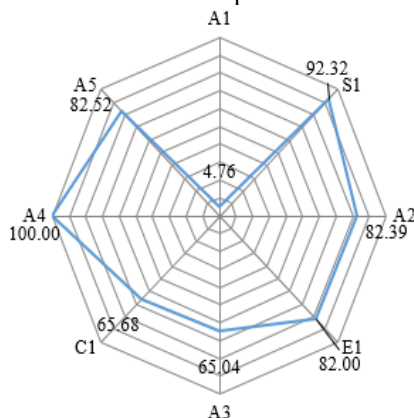
No bairro Jardins, a Tabela 04 apresenta a área do triângulo na relação A5/A1 dos eixos, evidenciando a influência da cor da água (A5) como um dos principais indicadores ambientais. A Figura 03 reforça essa análise, demonstrando como esse parâmetro foi determinante para a classificação da qualidade da água como sustentável ou não para a população.

Tabela 04. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Jardins

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	4.76	92.32	89.02	93.05	155.37
S1/A2	92.32	82.39	67.49	121.10	2689.24
A2/E1	82.39	82.00	62.91	113.65	2388.62
E1/A3	82.00	65.04	58.41	102.73	1885.62
A3/C1	65.04	65.08	49.80	89.96	1496.54
C1/A4	65.08	100.00	70.94	118.01	2300.95
A4/A5	100.00	82.52	71.69	127.11	2917.55
A5/A1	82.52	4.76	79.23	83.25	138.88
Índice de Sustentabilidade final					49.04

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 03. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Jardins



Fonte: Dados da pesquisa.

3.4 SALGADO FILHO

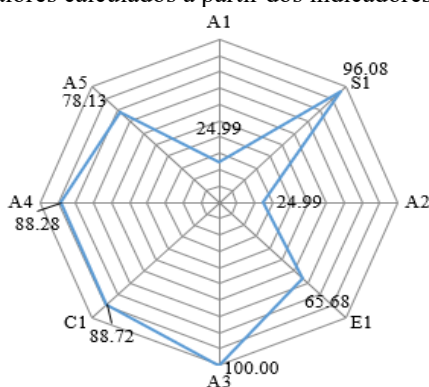
No bairro Salgado Filho, a Tabela 05 mostra que o ponto mais crítico da área de triangulação ocorre nos eixos A2/E1. A Figura 04 do gráfico radar reforça essa análise, indicando a necessidade de ações sustentáveis para reduzir a perda na distribuição de água (A2), envolvendo tanto a comunidade quanto a companhia de saneamento.

Tabela 05. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Salgado Filho

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	24.99	96.08	80.38	100.72	848.90
S1/A2	96.08	24.99	80.38	100.72	848.90
A2/E1	24.99	65.68	51.16	70.91	580.30
E1/A3	65.68	100.00	70.89	118.28	2322.14
A3/C1	100.00	88.72	72.97	130.84	3136.73
C1/A4	88.72	88.28	67.74	122.37	2769.10
A4/A5	88.28	78.13	64.37	115.39	2438.57
A5/A1	78.13	24.99	62.99	83.05	690.30
Índice de Sustentabilidade final					48.21

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 04. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Salgado Filho.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.5 GRAGERU / LUZIA

No bairro Grageru/Luzia, a Tabela 06 evidencia áreas nulas nas relações A1/S1 e A5/A1, indicando a influência expressiva do indicador A1, referente ao consumo per capita de água, no desempenho do bairro. A Figura 05 reforça essa condição ao demonstrar a baixa contribuição desse eixo na composição do gráfico radar. Além disso, a presença de cor aparente na água, representada pelo indicador A5, também aponta a necessidade de ações de vigilância dos parâmetros de qualidade da água. Segundo a OMS, o Plano de Segurança da Água destaca a importância da avaliação e do gerenciamento de riscos em todas as etapas do processo de produção e distribuição, desde a captação até o consumo (WHO, 2005).

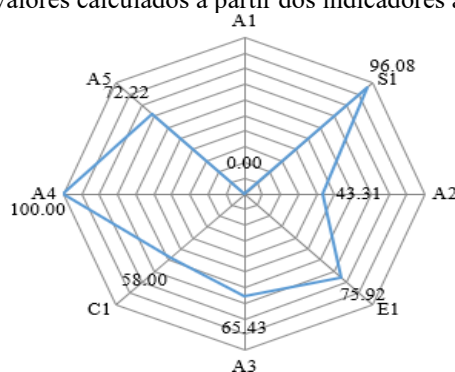
Assim, para melhorar o índice de sustentabilidade nessa área, recomenda-se a adoção de ações integradas voltadas ao uso racional da água, ao monitoramento dos parâmetros de qualidade e ao fortalecimento do planejamento ambiental pela concessionária de saneamento.

Tabela 06. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Grageru/Luzia

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	0.00	96.08	96.08	96.08	0.00
S1/A2	96.08	43.31	72.27	105.83	1471.15
A2/E1	43.31	75.92	54.68	86.95	1162.46
E1/A3	75.92	65.43	54.95	98.15	1756.27
A3/C1	65.43	58.00	47.73	85.58	1341.73
C1/A4	58.00	100.00	71.84	114.92	2050.63
A4/A5	100.00	72.22	70.73	121.47	2553.39
A5/A1	72.22	0.00	72.22	72.22	0.00
Índice de Sustentabilidade final					36.54

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 05. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Grageru/Luzia



Fonte: Dados da pesquisa.

3.6 JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO

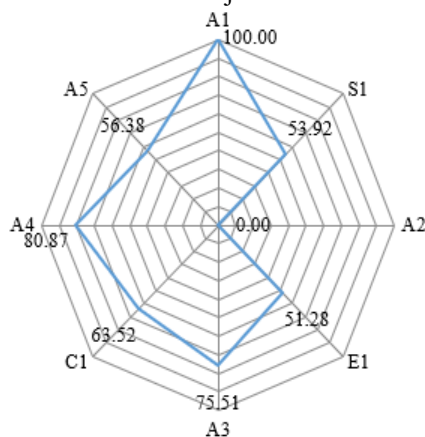
A Tabela 07 indica que a menor área triangulada está relacionada aos eixos A2/E1, evidenciando o impacto da perda de distribuição (A2) no bairro José Conrado de Araújo. A Figura 06 reforça essa análise, mostrando que esse fator representa o principal entrave para os moradores, conforme os dados mensurados pela concessionária. Segundo Baggio (2014), o controle de perdas requer a implementação de um gerenciamento operacional contínuo. Dessa forma, a adoção de um abastecimento de água eficiente e a disseminação de informações para conscientização sobre a redução de perdas são estratégias essenciais para melhorar o índice de sustentabilidade na região.

Tabela 07. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro José Conrado de Araújo

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	100.00	53.92	72.68	113.30	1906.38
S1/A2	53.92	0.00	53.92	53.92	0.00
A2/E1	0.00	51.28	51.28	51.28	0.00
E1/A3	51.28	75.51	53.44	90.11	1369.03
A3/C1	75.51	63.52	54.35	96.69	1695.80
C1/A4	63.52	80.87	57.53	100.96	1816.17
A4/A5	80.87	56.38	57.19	97.22	1612.02
A5/A1	56.38	100.00	72.15	114.26	1993.35
Índice de Sustentabilidade final					36.74

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 06. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro José Conrado de Araújo.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.7 OLARIA

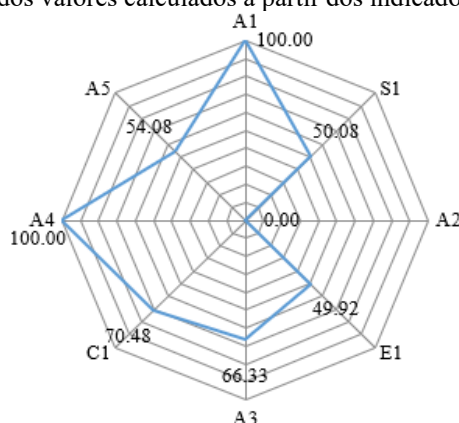
A Tabela 08 evidencia os eixos críticos A2/E1, destacando a perda de água na distribuição (A2) e a vulnerabilidade econômica associada ao recebimento de auxílio governamental (E1). Essa problemática, semelhante à observada no bairro José Conrado de Araújo, também é visualizada no gráfico radar da Figura 07 para o bairro Olaria. Diante disso, considerando as particularidades de cada bairro, sugere-se a mesma proposta de intervenção recomendada para José Conrado de Araújo.

Tabela 08. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Olaria

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	100.00	50.08	73.66	111.87	1770.61
S1/A2	50.08	0.00	50.08	50.08	0.00
A2/E1	0.00	49.92	49.92	49.92	0.00
E1/A3	49.92	66.33	47.00	81.62	1170.69
A3/C1	66.33	70.48	52.50	94.65	1652.86
C1/A4	70.48	100.00	70.71	120.60	2491.87
A4/A5	100.00	54.08	72.64	113.36	1912.04
A5/A1	54.08	100.00	72.64	113.36	1912.04
Índice de Sustentabilidade final					38.57

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 07. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Olaria.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.8 SIQUEIRA CAMPOS

Para o Siqueira Campos, a Tabela 09 evidencia que a maior dificuldade está relacionada aos eixos S1/A2, ou seja, ao grau de escolaridade (S1) e à perda na distribuição de água. Essa análise é reforçada pelo gráfico radar da Figura 08, que demonstra a correlação entre esses fatores. Muitas vezes, atitudes de sustentabilidade estão diretamente ligadas ao nível de instrução da população.

De acordo com Akagi et al. (2016), com exceção do analfabetismo, que poderia levar ao extremo de pouca preocupação com o meio ambiente, qualquer nível de conhecimento acima disso já é suficiente para gerar comportamentos de consciência para com questões ambientais.

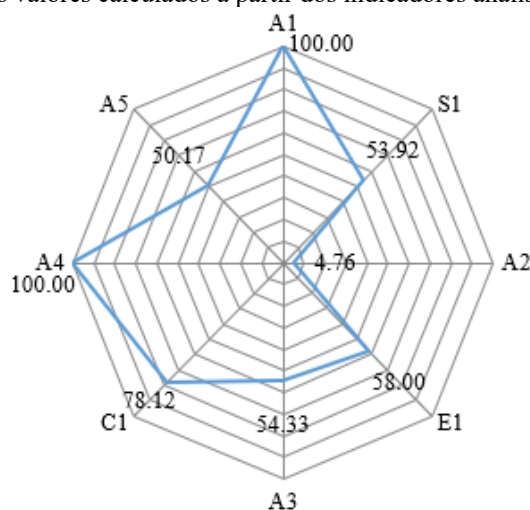
Portanto, há grande necessidade de investimento em divulgar conhecimento sobre questões ambientais, para que essas áreas possam aumentar a sua triangulação e assim melhorar o índice de sustentabilidade.

Tabela 09. Resultado dos cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade do bairro Siqueira Campos

Eixos adjacentes	Vpn do 1º indicador	Vpn do 2º indicador	Dn	Pn	Sn
A1/S1	100.0	53.92	72.68	113.30	1906.36
S1/A2	53.92	4.76	50.67	54.67	90.74
A2/E1	4.76	58.00	54.74	58.75	97.61
E1/A3	58.00	54.33	43.12	77.73	1114.10
A3/C1	54.33	78.12	55.25	93.85	1500.57
C1/A4	78.12	100.00	71.10	124.61	2761.96
A4/A5	100.00	50.17	73.63	111.90	1773.78
A5/A1	50.17	100.00	73.63	111.90	1773.78
Índice de Sustentabilidade final					38.96

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 08. Gráfico tipo radar dos valores calculados a partir dos indicadores analisados do bairro Siqueira Campos.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que o bairro Grageru/Luzia apresentou o menor Índice de Sustentabilidade final entre os bairros analisados, com valor de 36.54, sendo classificado como “Ruim” segundo os critérios adaptados de Sobral et al. (2012). Esse desempenho esteve associado, principalmente, ao comportamento do indicador A1, referente ao consumo per capita de água, que apresentou limitação expressiva no conjunto dos indicadores avaliados.

Esse resultado evidencia a necessidade de priorização de ações voltadas ao uso racional da água, à redução do consumo excessivo e ao fortalecimento de práticas sustentáveis junto à população local. Além disso, considerando que a sustentabilidade hídrica urbana depende da articulação entre infraestrutura, gestão pública e comportamento dos usuários, recomenda-se a implementação de estratégias educativas e operacionais que contribuam para a melhoria progressiva do índice no bairro.

Tabela 10. Classificação do Índice de Sustentabilidade final dos bairros analisados

Posição	Bairro	IS final	Nível de sustentabilidade	Síntese do desempenho
1º	Jardins	49.04	Regular	Melhor desempenho entre os bairros analisados
2º	Salgado Filho	48.21	Regular	Desempenho regular, com limitações associadas à perda na distribuição
3º	13 de Julho	42.76	Regular	Desempenho regular, com fragilidade no consumo per capita de água
4º	Coroa do Meio/Atalaia	42.45	Regular	Desempenho regular, com necessidade de melhorias no consumo de água
5º	Siqueira Campos	38.96	Ruim	Desempenho limitado, associado à perda na distribuição e à dimensão social
6º	Olaria	38.57	Ruim	Desempenho ruim, com fragilidades na distribuição de água e na dimensão econômica
7º	José Conrado de Araújo	36.74	Ruim	Desempenho ruim, influenciado principalmente pela perda na distribuição
8º	Grageru/Luzia	36.54	Ruim	Menor desempenho entre os bairros analisados, com limitação no consumo per capita

Fonte: Dados da pesquisa.

Os bairros José Conrado de Araújo, Olaria e Siqueira Campos também apresentaram desempenho ruim, conforme os critérios de Sobral et al. (2012), com fragilidades associadas principalmente ao indicador A2, referente às perdas na distribuição de água, que é superior a 20%. Os resultados determinados pelo Índice de Sustentabilidade só corroboram a análise dos dados quantitativos mensurados pelos macros e micromedidores. Conforme os dados gráficos apresentados, existe um desequilíbrio entre o volume distribuído e o que se consome.

Dessa maneira, nota-se que o eixo indicador A2, de perda de água na distribuição, reflete diretamente as questões socioeconômicas, e compromete a manutenção do abastecimento da comunidade, causando dependência de alternativas de fontes de água, além de impactar a sustentabilidade por desperdiçar recursos hídricos, levando a uma degradação ambiental.

4 CONCLUSÕES

A análise do Índice de Sustentabilidade nos bairros de Aracaju durante a pandemia da COVID-19 revelou que Coroa do Meio/Atalaia, 13 de Julho, Jardins e Salgado Filho apresentaram classificação regular, indicando uma infraestrutura mais organizada e melhores condições de abastecimento. No entanto, ainda há necessidade de melhorias, especialmente na redução de perdas e no incentivo ao consumo sustentável.

Por outro lado, os bairros Grageru/Luzia, José Conrado de Araújo, Olaria e Siqueira Campos foram classificados como ruins, evidenciando dificuldades no acesso, qualidade e distribuição da água. Esse cenário exige intervenções urgentes, como investimentos em infraestrutura, políticas públicas para o uso eficiente da água e programas de educação ambiental.

Os resultados reforçam a importância de uma gestão mais eficiente e equitativa, garantindo acesso adequado à água para toda a população. Além disso, espera-se que este estudo contribua para futuras pesquisas e ações que promovam a sustentabilidade nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

- AKAGI, R. R.; TEIXEIRA, E. S.; PORTELA, R. R. de J. Fatores associados à percepção de valor sustentável dos serviços de saneamento por usuários de uma companhia de saneamento brasileira. *Ambiente & Educação*, Rio Grande, v. 21, n. 1, p. 214-231, 2016. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/5984>. Acesso em: 28 maio 2026.
- BAGGIO, M. A. Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/reducao_de_perdas_em_saa74.pdf. Acesso em: 28 maio 2026.
- BARBETTA, P. A. Estatística aplicada às ciências sociais. 6. ed. Florianópolis: UFSC, 2006.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view>. Acesso em: 28 maio 2026.
- BRASIL. Ministério da Saúde. COVID-19. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/covid-19>. Acesso em: 28 maio 2026.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 28 maio 2026.
- CALORIO, C. M. Análise de sustentabilidade em estabelecimentos agrícolas familiares no Vale do Guaporé-MT. Cuiabá: FAMV/UFMT, 1997.
- CEREZINI, M. T. Segurança hídrica em tempos de pandemia de COVID-19. *Revista Mineira de Recursos Hídricos*, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 1-11, 2021. DOI: 10.59824/rmrh.v1i2.204. Disponível em: <https://periodicos.meioambiente.mg.gov.br/NM/article/view/204>. Acesso em: 28 maio 2026.
- FACCIOLI, G. G.; GOMES FILHO, R. R. Índice de sustentabilidade: contribuições das ciências ambientais na agricultura irrigada. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (org.). *Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2021. v. 1, p. 549-568.
- GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 307-323, jul./dez. 2009. DOI: 10.1590/S1414-753X2009000200007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/89QvD7zZxHlTm5zCqXL4yHt/>. Acesso em: 28 maio 2026.
- MACEDO, Y. M.; ORNELLAS, J. L.; BOMFIM, H. F. do. COVID-19 no Brasil: o que se espera para população subalternizada? *Revista Encantar*, Bom Jesus da Lapa, v. 2, p. 01-10, 2020. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/encantar/article/view/8189>. Acesso em: 28 maio 2026.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DOS DIREITOS À ÁGUA E AO SANEAMENTO. Água como direito: tarifa social como estratégia para a acessibilidade econômica. Organização de Ricardo de Sousa Moretti e Ana Lucia Britto. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital; Brasília, DF: ONDAS, 2021. Disponível em: <https://ondasbrasil.org/wp-content/uploads/2021/03/%C3%81gua-como-Direito-Tarifa-Social-como-Estrat%C3%A9gia.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 maio 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. As perguntas mais frequentes sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Brasília, DF: PNUD, 2016. Disponível em: <https://svs.aids.gov.br/daent/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ods/publicacoes/as-perguntas-mais-frequentes-sobre-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.

SANTOS, A. R. R. Indicadores socioambientais do Alto Sertão Sergipano: relações de poder e convivência com a seca. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SOBRAL, I. S.; ALMEIDA, J. A. P.; GOMES, L. J. Indicadores de sustentabilidade e ecologia da paisagem: planejamento e gestão ambiental em assentamentos de reforma agrária. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2012.

SOUZA, C. F. C.; MASTRODI NETO, J.; SOUZA, C. C.; FRAINER, D. M. Índice de Desenvolvimento Econômico (IDE): cálculo para municípios da Região Metropolitana de Campinas, SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 16, n. 3, p. 17-30, set./dez. 2020. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/5709>. Acesso em: 28 maio 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Water safety plans: managing drinking-water quality from catchment to consumer. Geneva: World Health Organization, 2005. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-WSH-05.06>. Acesso em: 28 maio 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND. Hand Hygiene for All: Global Initiative. Geneva: WHO; New York: UNICEF, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/hand-hygiene-for-all-global-initiative>. Acesso em: 28 maio 2026.