

## ***Análise da sustentabilidade no Rio Grande do Sul: uma aplicação espaço-temporal do barômetro da sustentabilidade***

O conceito ampliado de sustentabilidade delibera sobre o equilíbrio entre a qualidade ambiental, a prosperidade econômica e a justiça social, visando assegurar a disponibilidade dos recursos naturais renováveis e não renováveis às próximas gerações. O Rio Grande do Sul apresenta limitações relacionadas ao alto percentual de áreas antropizadas, elevado índice de potencial poluidor industrial e integra o bioma menos protegido do País. O Barômetro da Sustentabilidade é um instrumento bidimensional, que mensura o grau de sustentabilidade, através da associação de indicadores ambientais, econômicos e sociais. O objetivo deste estudo foi analisar a sustentabilidade nos municípios e no estado do Rio Grande do Sul, por meio da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade, em dois períodos temporais, 2000 e 2016. Foram calculados os indicadores de sustentabilidade e realizada a distribuição e a análise espacial, através do Índice de Moran, a fim de identificar clusters com municípios que necessitam de intervenção eficaz urgente. O Estado foi considerado com grau intermediário de sustentabilidade, nos dois períodos, e em 16 anos houve pequena elevação no indicador, apontando para pouca tendência futura à sustentabilidade. O estudo apresenta as variáveis que mais exerceram pressão negativa, e indicou que o Barômetro da Sustentabilidade foi eficiente para analisar o grau de sustentabilidade nos municípios e no estado do Rio Grande do Sul. A distribuição espacial do grau de sustentabilidade, possibilitou compreender quais são as regiões que necessitam de intervenção urgente, e aquelas que podem ser melhoradas, uma vez que nenhum município foi considerado sustentável.

**Palavras-chave:** Indicadores de Sustentabilidade; Índice de Bem-Estar Ambiental; Índice de Bem-Estar Humano; Índice de Moran; Análise espacial.

## ***Analysis of sustainability in Rio Grande do Sul: a spatio-temporal application of the sustainability barometer***

The expanded concept of sustainability discusses the balance between environmental quality, economic prosperity and social justice, with the aim of ensuring the availability of natural resources for the next generations. The state of Rio Grande do Sul has limitations related to the high percentage of anthropized areas, a high index of industrial polluting potential and has the least protected biome in the country. The Sustainability Barometer is a two-dimensional instrument that measures the degree of sustainability, through the association of environmental, economic and social indicators. The objective of this study was to analyze sustainability, in the municipalities and in the state of Rio Grande do Sul, through the application of the Sustainability Barometer, in two time periods, 2000 and 2016. The sustainability indicators were calculated and the spatial analysis and distribution was performed, through the Moran Index, in order to identify clusters with municipalities that need urgent effective intervention. Rio Grande do Sul obtained an intermediate degree of sustainability in both periods, and in 16 years there was a small increase in the sustainability indicator, pointing to little future trend towards sustainability. The study presents the variables that most exerted negative pressure, and indicated that the Sustainability Barometer was efficient in analyzing the degree of sustainability in the municipalities and in the state of Rio Grande do Sul. The spatial distribution of the degree of sustainability, made it possible to understand which regions are in urgent need of intervention, and which can be improved, since no municipality was considered sustainable.


**Keywords:** Sustainability Indicators; Environmental Welfare Index; Human Well-Being Index; Moran index; Spatial analysis.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **01/01/2021**

Approved: **28/01/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Jéssica Mazutti Penso de Campos   
Universidade do Vale do Taquari, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2758147131747627>  
<http://orcid.org/0000-0002-9934-0675>  
[jessica.m.penso@gmail.com](mailto:jessica.m.penso@gmail.com)

Eliane Fraga da Silveira   
Universidade Luterana do Brasil, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4388826053824317>  
<http://orcid.org/0000-0002-0992-5136>  
[elianefraga3@hotmail.com](mailto:elianefraga3@hotmail.com)

Eduardo Périco   
Universidade do Vale do Taquari, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4494244221645524>  
<http://orcid.org/0000-0002-2926-6246>  
[perico@univates.br](mailto:perico@univates.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0038

### **Referencing this:**

CAMPOS, J. M. P.; SILVEIRA, E. F.; PÉRICO, E.. Análise da sustentabilidade no Rio Grande do Sul: uma aplicação espaço-temporal do barômetro da sustentabilidade. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.1, p.471-483, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0038>

## INTRODUÇÃO

O conceito ampliado de sustentabilidade, do clássico modelo *Triple Bottom Line*, também conhecido no inglês por *3P (People, Planet e Profit)*, que foi apresentado por John Elkington, delibera sobre o equilíbrio entre a qualidade ambiental, a prosperidade econômica e a justiça social, visando o devir para um capitalismo sustentável, e recursos naturais conservados e tangíveis às próximas gerações. Os três pilares são igualmente importantes e possuem o mesmo grau de mérito, a atribuição de pesos diferentes, ou a sobreposição e o destaque para um dos pilares, em relação aos demais, direciona à insustentabilidade (ELKINGTON, 1997).

O pilar ambiental visa a preservação dos recursos naturais renováveis e não renováveis, assegurando a manutenção da biodiversidade e a continuidade dos serviços ambientais, o que garante a manutenção dos processos de produção orgânica (agricultura e pecuária) para as futuras gerações (LEFF, 2011). O pilar econômico busca direcionar para empreendimentos atrativos aos investidores, favorecendo o desenvolvimento econômico, sem inviabilizar a qualidade ambiental, essencial para a sustentação da atividade econômica (ELKINGTON, 1997). Esses dois pilares só se justificam quando revertidos para a questão social, através da promoção de políticas de redução da desigualdade (DONAIRE, 1999).

O presente artigo trata do estado do Rio Grande do Sul, uma vez que o processo de planejamento regional, tem apresentado dificuldades no direcionamento para políticas públicas de planejamento regional sustentável. O Estado apresenta Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,746, que reflete a categoria de alta escala, ocupando a sexta posição entre as 27 unidades federativas do País. A dimensão que mais contribuiu para o índice foi a longevidade (IDH= 0,840), seguida da renda (IDH= 0,769) e da educação (IDH= 0,642) (IBGE, 2020). Possui biodiversidade local única, composta por espécies endêmicas, em dois biomas, a Mata Atlântica e o Pampa – este se restringe, em nível nacional, ao estado do Rio Grande do Sul, ocupando cerca de 63% do território, apresenta importante papel como produtor de alimentos (LIMA et al., 2020; RENNERT et al., 2019) e é considerado o bioma menos protegido do País (LIMA et al., 2020).

O Estado releva limitações que perpassam, por exemplo, o alto percentual de áreas antropizadas (CALLEGARO et al., 2017; ECHER et al., 2015), o elevado potencial poluidor industrial (GOMEZ et al., 2017), os problemas relacionados à economia (PONTES et al., 2018; POCHMANN, 2018), à educação (SILVA, 2016) e à saúde (FARIAS-ANTUNEZ et al., 2018; CARNEIRO et al., 2018; MACHADO et al., 2018; BUENO et al., 2018; LENTZ et al., 2018), indicando que existe um caminho a ser percorrido, para alcançar a sustentabilidade – em seu conceito ampliado. Para a gestão da sustentabilidade, o primeiro passo é diagnosticar o cenário atual, os desafios e as potencialidades (AMORIM et al., 2014; BATALHÃO et al., 2015; CARDOSO et al., 2016; HACHMANN et al., 2015).

O Barômetro da Sustentabilidade é caracterizado por um instrumento que mensura o grau de sustentabilidade de determinada unidade geográfica delimitada, através da associação de indicadores ambientais, econômicos e sociais, que geram dois índices, o índice de bem-estar ambiental e o índice de bem-estar humano, a fim de calcular a pressão exercida entre eles (PRESCOTT-ALLEN, 1997). A aplicação é eficaz para indicar a necessidade de implantação, ou de implementação, de ações e de políticas públicas, como

proposto nos estudos que buscaram analisar o grau de sustentabilidade, levando em consideração indicadores ambientais, sociais e econômicos, em outras unidades geográficas do País (AMORIM et al., 2014; BATALHÃO et al., 2015; CARDOSO et al., 2016; GUIMARÃES et al., 2010; HACHMANN et al., 2015; KRONEMBERGER et al., 2008).

O Barômetro da Sustentabilidade foi aplicado em diversos estudos, como por exemplo, no município de Moju - Pará (CARDOSO et al., 2016), no município de Rondonópolis - Mato Grosso (SILVA et al., 2016a), no município de Taubaté (OLIVEIRA et al., 2015) e de Ribeirão Preto (BATALHÃO et al. 2015), ambos do estado de São Paulo. Foi utilizado também, em escala territorial maior, na mesorregião do Marajó - Pará, que integra 16 municípios (QUINTELA et al., 2018), na Mesorregião Oeste do estado do Paraná, que contempla um conjunto de 50 municípios (HACHMANN et al., 2015) e nos assentamentos rurais do Pará (SILVA et al., 2016b). Um estudo realizado para verificar o grau de sustentabilidade do País, de autoria de Kronemberger et al. (2015), com ênfase à sustentabilidade relacionada ao desenvolvimento brasileiro, ao longo de uma década (2002-2011), utilizando Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), mostrou que o País aponta avanços na dimensão econômica, porém, contempla desafios que precisam ser enfrentados nas perspectivas ambiental e social.

Tendo em vista que, analisar indicadores de forma individual não é suficiente para compreender o cenário da sustentabilidade, no Rio Grande do Sul, pois análises utilizando indicadores isolados representam apenas a situação do tema, que eles representam, e não possibilitam a comparação entre o grau de sustentabilidade que eles exercem, gerando viés na análise do equilíbrio entre o ambiental, o econômico e o social, e considerando que, o diagnóstico da sustentabilidade é o primeiro passo para a gestão relacionada, o objetivo deste estudo é analisar o cenário da sustentabilidade nos municípios e no estado do Rio Grande do Sul, por meio da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade, em dois períodos temporais, 2000 e 2016.

## **METODOLOGIA**

Foi mensurado o grau de sustentabilidade, através da aplicação do instrumento Barômetro da Sustentabilidade, seguindo o protocolo *Resource Kit For Sustainability Assessment*, da *The World Conservation Union* (IUCN) (GUIJT et al., 2001), com adaptações para os municípios e o estado do Rio Grande do Sul. A aplicação do instrumento foi realizada para os 497 municípios do Estado, em dois períodos temporais, no ano de 2000 e no ano de 2016, a fim de comparar as mudanças e as tendências.

O Barômetro da Sustentabilidade foi desenvolvido por uma equipe de profissionais especializados ligados à IUCN e ao *International Development and Research Centre* (IDRC), emprega uma combinação de indicadores, que geram o índice de bem-estar ambiental e do índice de bem-estar humano, representados em gráficos de plano cartesiano, que indicam o grau de sustentabilidade (PRESCOTT-ALLEN, 1997). A aplicação do instrumento considera que a sustentabilidade se caracteriza pelo equilíbrio entre o bem-estar humano e o bem-estar do ecossistema, dessa forma, as variáveis ambientais não retratam apenas as condições ambientais, mas também, expressam intrinsecamente à atuação humana sobre o sistema ambiental (uso antrópico, potencial poluidor de atividades industriais, frota de veículos, resíduos produzidos

e destino sanitário), considerando, principalmente, que “os usos dos recursos são a principal fonte de pressão humana no ecossistema, então, os indicadores de uso podem alertar para mudanças iminentes na condição do ecossistema” (GUIJT et al., 2001).

Foram utilizados 24 indicadores, coletados para cada município do Rio Grande do Sul, com objetivo de compreender a pressão tencionada entre a dimensão humana e a dimensão ambiental. Os indicadores foram agregados em dois sistemas: o sistema de bem-estar humano e o sistema de bem-estar ambiental. Os indicadores que fizeram parte do sistema de bem-estar ambiental foram: Índice de Potencial Poluidor da Indústria (IPPI), coeficiente de veículos em circulação (FEE, 2020), percentual de destinação sanitária em rede geral de esgoto ou fossa séptica, percentual de resíduos domésticos coletados apropriadamente (BRASIL, 2020), percentual de área de floresta (ha), percentual de área de formação natural não florestal (ha), percentual de área de agropecuária (ha), percentual de área não vegetada (ha) e percentual de área de corpo d'água (ha) (MAPBIOMAS, 2020).

Para o sistema de bem-estar humano, foram utilizados: renda média domiciliar *per capita*, Produto Interno Bruto (PIB) municipal, coeficiente de Gini, taxa de analfabetismo (IBGE, 2020), Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (Idese) variável educação, Idese variável renda, Idese variável saúde (FEE, 2020), IDH variável renda, IDH variável saúde, IDH variável educação (ATLAS BRASIL, 2020), percentual de cobertura dos serviços públicos de atenção básica em saúde, coeficiente de óbitos por doença circulatória, coeficiente de óbitos por doença respiratória, coeficiente de óbitos por neoplasia e coeficiente de óbitos por diabetes mellitus (BRASIL, 2020).

A escala de desempenho dos indicadores municipais segue a analogia da escala de desempenho do Barômetro da Sustentabilidade, categorizadas em cinco intervalos: 1) insustentável; 2) potencialmente insustentável; 3) intermediário; 4) potencialmente sustentável; 5) sustentável. Foi realizado o preenchimento das escalas de desempenho para os 497 municípios e, na sequência, foi calculado o grau do Barômetro de Sustentabilidade, para cada indicador e município. A interpolação linear simples foi utilizada para transpor o valor numérico do indicador local ( $DN_x$ ), para a escala do Barômetro da Sustentabilidade ( $BS_x$ ), possibilitando que a Escala de Desempenho (EDC) possua sentido crescente ou decrescente (KRONEMBERGER et al., 2008), conforme a equação:

$$BS_x = \left\{ \left[ \frac{(DN_a - DN_x) \times (BS_a - BS_p)}{(DN_a - DN_p)} \right] \times (-1) \right\} + BS_a \quad (2)$$

Em que:  $DN_x$  - desempenho do Indicador para os municípios do Rio Grande do Sul;  $a$  - limite anterior do intervalo que contém  $X$ ;  $p$  - limite superior do intervalo que contém  $X$ .

Algumas escalas de desempenho seguem a lógica direta, enquanto outras seguem a lógica inversa,

isto é, quando o valor superior de um atributo representa o mais próximo da sustentabilidade e o valor inferior o mais limítrofe à insustentabilidade, caracteriza-se a lógica direta. Por exemplo, quanto maior o percentual de destinação sanitária adequada, maior representatividade de sustentabilidade, para o sistema de bem-estar ambiental, seguindo uma lógica direta. Porém, quanto maior Potencial Poluidor Industrial, menos ele representa à sustentabilidade, trilhando a lógica inversa.

A aplicação do Barômetro da Sustentabilidade pode ser realizada desde a escala local, representando os municípios, como apresentado neste estudo, até a global, caracterizada pelo Estado, possibilitando comparações nos diferentes níveis geográficos e temporais. Isso é relevante para a compreensão do cenário da sustentabilidade, as potencialidades e as necessidades de cada local (LUCENA et al., 2011; MACHADO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015; QUINTELA et al., 2018; SILVA et al., 2016a; SILVA et al., 2016b).

Foram gerados o índice de bem-estar ambiental, o índice de bem-estar humano e o grau de sustentabilidade, para cada município e para o Estado. Foi realizada a distribuição espacial do grau de sustentabilidade de cada município, representada em mapa temático, e calculada a análise espacial, através do Índice de Moran Global, com objetivo de verificar se existe dependência espacial para a sustentabilidade, entre os municípios. O índice de Moran Global é uma medida de autocorrelação espacial, cuja hipótese nula é de independência espacial, onde o resultado entre 0 e 1 indica correlação direta, e os valores entre 0 e -1 indicam correlação inversa. Para o cálculo, foi utilizada uma matriz de proximidade espacial de primeira ordem  $W (n \times n)$ , a contiguidade como estratégia de construção da matriz e o teste de pseudo-significância para determinar a validade estatística, adotada a significância mediante 999 permutações (BRASIL, 2007).

## Área de estudo

O estado do Rio Grande do Sul constitui uma das 27 unidades federativas do País, situado no extremo sul, apresentando limites geográficos com o Oceano Atlântico ao leste, a Argentina ao oeste, o estado de Santa Catarina ao norte e o Uruguai ao sul. A População estimada, no ano de 2018, foi de 11.329.605 habitantes, e o mais recente censo, que ocorreu em 2010, indicou na ocasião, 10.693.929 habitantes. O Estado possui 281.731,445 km<sup>2</sup> de área territorial e densidade demográfica de 37,96 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2019).

O relevo é definido por uma extensa baixada, ao norte apresenta um planalto, o clima é subtropical e a economia pautada na agricultura, sobretudo, através do cultivo de soja, trigo, arroz e milho, na pecuária e na indústria, com destaque ao couro/calçados, alimentícia, têxtil, madeireira, metalúrgica e química. Contempla três grandes bacias hidrográficas: Lago Guaíba, Litoral e Uruguai (OVERBECK et al., 2006; RENNERT et al., 2019; RIBEIRO et al., 2011).

Entre os municípios do Rio Grande do Sul, aproximadamente 75% integram população inferior à quinze mil habitantes (IBGE, 2019). A descentralização instituída pela Constituição de 1988, deu início ao processo do federalismo municipal, no qual os municípios são reconhecidos como membros da Federação, gerando elevada emancipação de municípios de pequeno porte populacional. Como reflexo, entre os municípios instituídos entre os anos de 1984 a 1997, aproximadamente 94,5% possuem menos de 20.000 habitantes (MENDES, 2001). A capital do estado, cidade de Porto Alegre, com população estimada em

1.479.101 habitantes e área da unidade territorial em 496,682 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O indicador de sustentabilidade, para o estado do Rio Grande do Sul, apontou para 56,62 graus no primeiro período, e de 58,76 graus no segundo (Tabela 1). Embora, tenha tido uma pequena tendência de aumento, em ambos, foi considerado no nível intermediário de sustentabilidade, e não indica tendência linear positiva para ser classificado como sustentável, nos próximos anos. O grau intermediário de sustentabilidade também foi encontrado no estudo de Silva et al. (2016a), cujo objetivo foi analisar a sustentabilidade no município de Rondonópolis - Mato Grosso, resultando em 54,2 graus na escala do Barômetro da Sustentabilidade.

No estudo de Machado et al. (2014), que analisou a sustentabilidade ligada a expansão da cana-de-açúcar, em dois períodos, 2000 e 2010, para dois municípios do estado de São Paulo, Barretos e Jaboticabal, mostrou que os dois municípios, nos dois períodos, permaneceram na categoria intermediária de sustentabilidade. O estudo de Lucena et al. (2011) no município de João Pessoa - Paraíba, através de uma pesquisa quali-quantitativa, apontou que o município ocupa uma posição intermediária de sustentabilidade. Os autores corroboram que, a conscientização da população, sobre a sustentabilidade, é a chave para a implementação de políticas públicas e sociais, capazes de gerar transformação positiva à realidade.

O índice de bem-estar ambiental apresentou o valor de 50,24 graus no primeiro período, e de 52,22 graus no segundo, representando o grau intermediário de sustentabilidade, nos dois momentos. O índice de bem-estar humano apresentou o valor de 63,00 graus no ano de 2000, e de 65,30 graus em 2016, categorizando grau de potencialmente sustentável, nos dois períodos.

**Tabela 1:** Grau de sustentabilidade no Rio Grande do Sul, por indicador de desempenho, Índice de Bem-Estar Humano e Índice de Bem-Estar Ambiental, em 2000 e 2016.

Dimensão	Indicador	2000		2016	
		Indicador de desempenho	Indicador do Barômetro	Indicador de desempenho	Indicador do Barômetro
Ambiental	Índice de Potencial Poluidor da Indústria	0,19	100	0,177	100
	Coefficiente de veículos em circulação	342,74	57,09	588,94	46,21
	Destinação sanitária em rede geral de esgoto ou fossa séptica	36,77	37,33	48	48,39
	Coleta de resíduos	54,26	54,64	75,3	75,38
	Área de floresta em hectares	10976,79	8,35	11766,49	6,55
	Área de formação natural não florestal em hectares	18604,14	3,23	15072,73	2,74
	Área de agropecuária em hectares	23924,76	92,14	25225,7	91,6
	Área não vegetada em hectares	664,34	98,21	709,97	97,92
Área de corpo d'água em hectares	1263,19	1,13	1285,78	1,18	
<b>Índice de Bem-Estar Ambiental</b>		<b>50,24</b>		<b>52,22</b>	
Índice de Bem-Estar Humano	Renda média domiciliar per capita	488,57	26,02	727,91	42,26
	PIB	6113,75	3,41	26618,94	8,27
	Coefficiente de Gini	0,52	56,02	0,473	34,76
	Taxa de analfabetismo	8,52	68,49	6,5	65,97
	Idese - variável educação	0,62	60,8	0,712	64,67
	Idese - variável renda	0,58	46,67	0,686	52,88
	Idese - variável saúde	0,81	53,85	0,836	60,59
	IDH - variável renda	0,65	47,21	0,721	83,16
	IDH - variável saúde	0,79	56,07	0,839	94,27
IDH - variável educação	0,44	54,85	0,6	79,58	

Humano	Cobertura dos serviços de atenção básica à saúde	84,23	84,23	90,9	90,9
	Coefficiente de óbitos por doença circulatória	0,86	99,97	0,67	66,83
	Coefficiente de óbitos por doença respiratória	0,23	99,98	0,17	81,52
	Coefficiente de óbitos por neoplasia	0,72	99,97	0,85	63,83
	Coefficiente de óbitos por diabetes mellitus	0,08	87,48	0,11	90
	<b>Índice de Bem-Estar Humano</b>	<b>63,00</b>		<b>65,30</b>	
<b>Grau do Barômetro Estadual</b>		<b>56,62</b>		<b>58,76</b>	

Legenda: resultados oriundos da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade.

O índice de bem-estar humano foi melhor que o índice de bem-estar ambiental, revelando maior preocupação com as questões humanas em relação às ambientais, seguindo a tendência encontrada por Batalhão et al. (2017), em Ribeirão Preto – SP. Essa análise é importante para compreender que existem fragilidades relacionadas ao contexto ambiental, e sinalizando que ações eficazes devem ser realizadas. A comparação do valor dos indicadores, entre os períodos, possibilita, além de entender a potencialidade dos indicadores, compreender o padrão de mudanças ao longo do tempo (Tabela 1).

Oliveira et al. (2015) aplicaram o Barômetro da Sustentabilidade no município de Taubaté - São Paulo, indicando que o município pode ser considerado potencialmente sustentável, demonstrando a capacidade em promover qualidade de vida e ambiental, uma vez que, o índice de bem-estar humano apontou para potencialmente sustentável (71,0 graus) e o índice de bem-estar ambiental para sustentável (86,9 graus).

Os indicadores que mais exerceram pressão negativa, integrando grau insustentável, nos dois períodos, foram: PIB, área de floresta, área de formação vegetal não florestal e área de corpo d'água (ha). Na sequência, apresentando grau potencialmente insustentável, foram os indicadores de renda média domiciliar *per capita* e de destinação sanitária, no primeiro período, e o coeficiente de Gini, no segundo período (Tabela 1).

Os coeficientes de mortalidade por doenças circulatórias e neoplásicas deixaram de ser sustentáveis, o coeficiente de Gini e a destinação sanitária adequada passou de grau intermediário para potencialmente insustentável, e a coleta de resíduos adequada, passou de potencialmente sustentável para grau intermediário de sustentabilidade. Esses indicadores representam as tendências negativas, que exercem pressão contrária à sustentabilidade, nos municípios do Rio Grande do Sul.

Os indicadores que apresentavam resultados negativos, porém que tiveram uma evolução temporal positiva, foram renda média domiciliar *per capita*, que passou do grau potencialmente insustentável para o grau intermediário de sustentabilidade, e as três variáveis relacionadas ao IDH (renda, saúde e educação), que apresentavam grau intermediário, sendo que no último período, renda e saúde alcançaram o grau mais elevado, sustentável, e educação adquiriu o grau potencialmente sustentável. Os demais indicadores permaneceram na mesma categoria, nos dois períodos.

O estudo de Batalhão et al. (2015) analisou o grau de sustentabilidade relacionado ao tema atmosfera, no município de Ribeirão Preto - São Paulo, resultando em potencialmente sustentável, sendo que, o número de veículos *per capita* foi o indicador que exerceu pressão negativa. Segundo os autores, essa fragilidade ocorre devido ao expressivo número de veículos em relação ao número de habitantes. A variável

cobertura arbórea apresentou valor satisfatório (23,58%), embora possa ser melhorado.

Amorim et al. (2014) aplicaram o Barômetro da Sustentabilidade no município de Caicó - Rio Grande do Norte, para analisar as variáveis capazes de interferir na qualidade da água que abastece o município. Os resultados indicam que o município contempla a categoria de potencialmente insustentável, especificamente, o índice de bem-estar ambiental foi categorizado como potencialmente insustentável e o índice de bem-estar humano como intermediário.

Em relação ao grau de sustentabilidade dos municípios, no primeiro período de análise, o Rio Grande do Sul possuía 467 municípios emancipados. Destes, 201 (43%) foram categorizados com grau potencialmente sustentável e 266 (57%) com grau intermediário de sustentabilidade. O *ranking* dos dez municípios do Estado com melhor desempenho de sustentabilidade (categorizados com grau potencialmente sustentável), em 2000, foram: Picada Café (70,68), Ivoti (69,73), Triunfo (69,30), Caxias do Sul (68,99), Carlos Barbosa (68,73), Porto Alegre (68,63), Dois Irmãos (67,76), Campo Bom (67,60), Bento Gonçalves (67,30) e Lindolfo Collor (67,25) (Figura 1).

No segundo período de análise, entre os 497 municípios do Estado, 155 (31,2%) foram categorizados com grau potencialmente sustentável e 342 (68,8%) com grau intermediário de sustentabilidade. O *ranking* dos dez municípios do Estado com melhor desempenho de sustentabilidade (categorizados com grau potencialmente sustentável), em 2016, foram: Guabiju (67,68), Carlos Barbosa (67,28), Morro Reuter (67,26), Dois Irmãos (67,12), Picada Café (66,91), Alto Feliz (66,56), Nova Araçá (66,41), Três Arroios (66,24), Aratiba (66,08) e Westefália (66,06) (Figura 2).

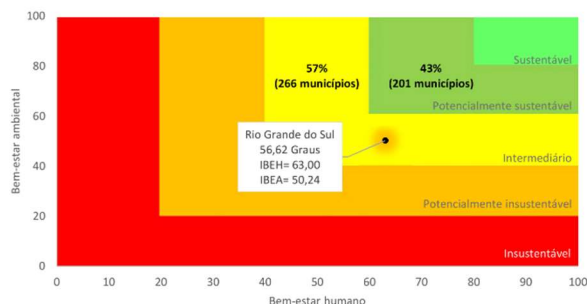
Houve diminuição de municípios potencialmente sustentáveis (43% para 31,2%) e aumento no número de municípios com grau intermediário de sustentabilidade (57% para 68,8%). O estudo de Hachmann et al. (2015) verificou o desenvolvimento sustentável na mesorregião oeste do estado do Paraná, que contempla um conjunto de 50 municípios, comparando-a com o restante do estado, através de um estudo temporal em dois períodos, 2000 e 2010. Os resultados indicam que no ano de 2000 a mesorregião integrava a categoria equivalente a potencialmente insustentável, agravando o cenário em 2010, para insustentável. O índice de bem-estar humano, embora com classificação intermediária de sustentabilidade, nos dois períodos, apresentou certas potencialidades no intervalo, principalmente em relação ao crescimento da renda média domiciliar *per capita*, da qual os autores relacionaram principalmente ao aumento de mulheres assalariadas em emprego formal, contribuindo para a redução na taxa de pobreza e na qualificação da distribuição de renda. Em suma, melhorou discretamente o índice de bem-estar humano, enquanto que foi agravado o índice de bem-estar ambiental.

A análise espacial, do grau de sustentabilidade dos municípios, apontou que, no primeiro período a correlação espacial foi significativamente nula ( $I=0,06$ ;  $p=0,01$ ), ou seja, não houve associação entre os municípios, que explique o grau de sustentabilidade (Figura 3). No segundo período, houve correlação positiva e significativa ( $I=0,48$ ;  $p=0,001$ ) entre os municípios do Estado, que, em relação ao grau intermediário de sustentabilidade, indica um *cluster* que cobre a região sul, central e, estende-se para noroeste, e outro *cluster*, para municípios com valores mais elevados do grau de sustentabilidade, classificados como

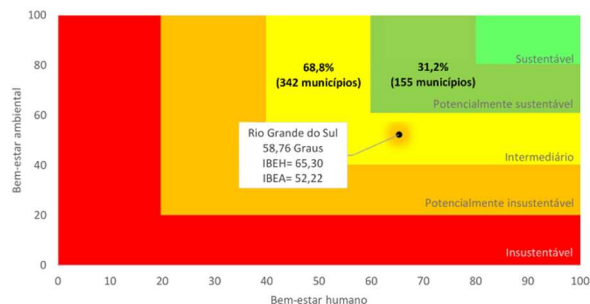


potencialmente sustentáveis, na região nordeste, do estado do Rio Grande do Sul (Figura 4).

Para compreender quais fatores favorecem esses *clusters*, foi apontado que, entre os municípios que integram o *cluster* de potencialmente sustentáveis, o índice de bem-estar ambiental foi de 55,19 graus, e o índice de bem-estar humano foi de 70,27 graus. Então, conclui-se que, o índice de bem-estar humano seja o fator que impulsiona o grau da sustentabilidade, entre esses municípios, seguindo a tendência encontrada por Batalhão et al. (2017), em Ribeirão Preto – SP.

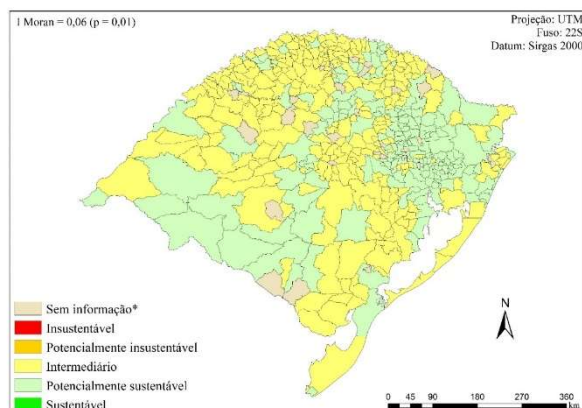


**Figura 1:** Grau de sustentabilidade no estado do Rio Grande do Sul, 2000.

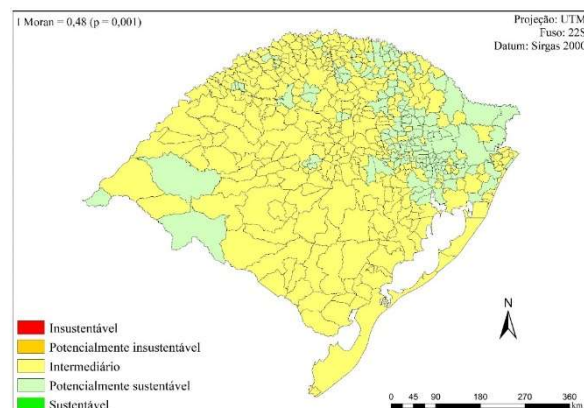


**Figura 2:** Grau de sustentabilidade no estado do Rio Grande do Sul, 2016.

Legenda: resultados oriundos da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. IBEH: Índice de Bem-Estar Humano; IBEA: Índice de Bem-Estar Ambiental.



**Figura 3:** Distribuição espacial do grau de sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul, 2000. Legenda: resultados oriundos da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. \*os municípios sem informação são aqueles que não tinham sido emancipados no período, e, portanto, não disponibilizam de informações para o cálculo.



**Figura 4:** Distribuição espacial do grau de sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul, 2016. Legenda: resultados oriundos da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade.

Para entender quais foram os indicadores que alavancaram o índice de bem-estar humano, foi realizada a média ponderada e o desvio padrão (dp), do grau de sustentabilidade, para as variáveis que compõe a dimensão humana. Foi indicada a média de 56,68 graus (dp=5,97) para os indicadores socioeconômicos, e a média de 83,87 graus (dp=6,95) para os indicadores relacionados à saúde humana (cobertura dos serviços públicos de atenção primária à saúde e mortalidade por doenças crônicas).

As doenças cardiovasculares, doenças respiratórias crônicas, neoplasias e diabetes mellitus representam as principais causas de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no País, para tanto, está em curso o “Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não

transmissíveis no Brasil 2011-2022” (BRASIL, 2011), que define a meta de redução do coeficiente de mortalidade prematura, por DCNT, em 2% ao ano, uma vez que “a epidemia de DCNT tem relevante impacto negativo sobre o desenvolvimento humano e social” (BRASIL, 2011). Em relação à cobertura dos serviços públicos de atenção primária à saúde, justifica-se essencial para a avaliação do índice de bem-estar humano, uma vez que, estudos apontam que esse nível de atenção, tem capacidade para resolução de cerca de 80% dos problemas públicos de saúde. A atenção primária é considerada a coordenadora e ordenadora da Rede de Atenção à Saúde, e a porta de entrada para o Sistema Único de Saúde (STARFIELD, 2002). Essas foram as variáveis que justificaram o grau elevado nos *clusters* com municípios que fazem parte da categoria potencialmente sustentável, corroborando novamente com a tese de que, o índice de bem-estar humano – que no Rio Grande do Sul foi alavancado pela atenção dada aos indicadores de saúde humana, seja o fator que impulsiona o grau da sustentabilidade, semelhante aos achados para Ribeirão Preto – SP, que identificou maior diligência à dimensão humana em relação à ambiental (BATALHÃO et al., 2017).

O estudo de Guimarães et al. (2010) buscou analisar a sustentabilidade em relação à ampliação do cultivo canavieiro, nas microrregiões do estado do Mato Grosso do Sul, indicando que entre as dez microrregiões, que integram o Estado, quatro estiveram classificadas em nível intermediário de sustentabilidade. As regiões do Pantanal detêm de legislação limitante à expansão canavieira, o que em tese tem contribuído para o controle da área plantada e para assegurar uma classificação intermediária em relação à sustentabilidade, enquanto que, as demais microrregiões foram classificadas como potencialmente insustentáveis.

Quintela et al. (2018) avaliaram o grau de sustentabilidade na mesorregião do Marajó, no estado do Pará, que integra 16 municípios, área de 104.140 Km<sup>2</sup> e população de 487.010 habitantes. A maior parte da população reside na área rural (56,59%), os autores descrevem que a mesorregião “apresenta-se como um território com atributos que o singularizam no cenário nacional. É constituído por um mosaico de ecossistemas dinâmicos, com uma rica biodiversidade” (QUINTELA et al., 2018), indicando abundante heterogeneidade biológica local. Porém, os resultados apontam que a mesorregião se caracteriza enquanto potencialmente insustentável, devido à “ineficiência dos resultados de políticas públicas integradas aliada à discrepância dos diferentes modelos de gestão municipal. Mesmo com a existência de várias propostas para reestruturação do território sob a regência de planos de desenvolvimento sustentável” (QUINTELA et al. 2018). Corroborando a necessidade de implementação de políticas, que correspondam aos três pilares do desenvolvimento sustentável, o social, o econômico e o ambiental (ELKINGTON, 1997).

O mesmo desfecho, no grau de sustentabilidade, foi encontrado na aplicação do Barômetro da Sustentabilidade nos assentamentos rurais do Pará, utilizando 28 indicadores, como parte de um diagnóstico socioambiental desenvolvido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), comparando as características do grau de sustentabilidade nos Projetos de Assentamentos Convencionais (PAC), em relação aos Projetos de Assentamentos Diferenciados (PAD). O desfecho indicou que ambos são potencialmente insustentáveis, e um dos motivos é a precariedade de serviços básicos ofertada aos assentados, proporcionando baixa qualidade de vida aos atores sociais que ocupam o território (SILVA et al.,

2016b). Outro estudo, de Cardoso et al. (2016), que investigaram o grau de sustentabilidade no município de Moju - Pará, com visão holística em relação à sustentabilidade, indicou que, de forma geral, o município é potencialmente insustentável, com atribuição principal ao insuficiente avanço socioeconômico e de preservação ambiental do município.

## CONCLUSÕES

O Barômetro da Sustentabilidade foi eficiente para analisar o grau de sustentabilidade dos municípios e do estado do Rio Grande do Sul, através da associação dos indicadores ambientais, econômicos e sociais, que geraram o índice de bem-estar ambiental e o índice de bem-estar humano. Considerando os valores, o índice de bem-estar humano, foi o mais favorecido, em ambos os períodos. Foram apontados os indicadores que exerceram pressão negativa à sustentabilidade, refletindo aqueles que precisam ser preconizados para a implantação, ou implementação, de políticas públicas, visando um Estado sustentável. As limitações que tangem este estudo são oriundas da utilização de dados secundários, que, embora, sejam bancos de dados de referência, podem apresentar problemas de subregistros.

A aplicação do Barômetro da Sustentabilidade na escala local, dos municípios, até a global, caracterizada nesse estudo pelo estado do Rio Grande do Sul, possibilitou a distribuição e análise espacial do grau da sustentabilidade, indicando as regiões que necessitam de intervenção mais urgentes, e aquelas que podem ser melhoradas, uma vez que nenhum município alcançou a classificação 'sustentável'. O Estado foi categorizado com grau intermediário de sustentabilidade, nos dois períodos, e em dezesseis anos houve uma pequena elevação no indicador.

**AGRADECIMENTOS:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, mediante bolsa à primeira autora, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através de bolsa para EP (processo: 307303/2019-5).

## REFERÊNCIAS

AMORIM, A. S.; ARAÚJO, M. F. F.; CÂNDIDO, G. A.. Uso do barômetro da sustentabilidade para avaliação de um município localizado em região semiárida do nordeste brasileiro. *Desenvolvimento em Questão*, v.12, n.25, p.189-217, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2014.25.189-217>

ATLAS BRASIL. **Índice de desenvolvimento humano municipal**. Atlas Brasil, 2020.

BATALHÃO, A. C. S.; TEIXEIRA, D.; GODOI, E. L.. A importância das escalas de desempenho no tema atmosfera na estruturação dos resultados do Barômetro da Sustentabilidade. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v.18, n.2, p.95-112, 2015. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2015.v18i2.330>

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em

Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília: MS, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: MS, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistemas de Informações em Saúde: DATASUS – TABNET**. Brasília: MS, 2020.

BUENO, A. L. M.; LOPES, M. J. M.. Rural women and violence: readings of a reality that approaches fiction. *Ambiente & Sociedade*, v.21, n.1, p.1-22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc170151r1vu18i1ao>

CALLEGARO, R. M.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; ANDRZEJEWSKI, C.; TURCHETTO, F.; GOMES, D. R..

Fitossociologia e fatores ecológicos condicionantes da vegetação em uma floresta estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, v.72, n.1, p.33-43, 2017.

CARDOSO, A. S.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G.. Barômetro da Sustentabilidade aplicado ao município de Moju, estado do Pará. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v.12, n.1, p.234-263, 2016.

CARNEIRO, M. S.; NUNES, L. S.; DAVID, S. M. M.; DIAS, C. F.; BARTH, A. L.; UNIS, G.. Nontuberculous mycobacterial lung disease in a high tuberculosis incidence setting in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v.44, n.2, p.106-111, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000213>

DONAIRE, D.. *Gestão ambiental na empresa*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ECHER, R.; CRUZ, J. A. W.; ESTRELA, C. C.; MOREIRA, M.; GRAVATO, F.. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. *Revista Thema*, v.12, n.2, p.4-13, 2015.

ELKINGTON, J.. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone, 1997.

FARÍAS-ANTÚNEZ, S.; LIMA, N. P.; BIERHALS, I. O.; GOMES, A. P.; VIEIRA, L. S.; TOMASI, E.. Disability relating to basic and instrumental activities of daily living: a zopulation-based study with elderly in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, 2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v.27, n.2, p.1-14, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742018000200005>

FEE. Fundação de Economia e Estatística. **Dados abertos**. FEE, 2020.

GOMEZ, S. T. R.; SILVA FILHO, L. C. P.; PASSUELLO, A. C.. Estimativa das cargas de efluentes industriais na bacia hidrográfica Taquari-Antas. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, v.1, n.29, p.94-117, 2017.

GUIJT, I.; MOISEEV, A.; PRESCOTT-ALLEN, R.. *IUCN resource kit for sustainable assessment*. Gland: IUCN Monitoring and Evaluation Initiative, 2001.

GUIMARÃES, L. T.; TURETTA, A. P. D.; COUTINHO, H. L. C.. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul. *Sociedade & Natureza*, v.22, n.2, p.313-327, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132010000200007>

HACHMANN, F.; RIPPEL, R.. Sustentabilidade e desenvolvimento em uma área de fronteira: uma aplicação do Barômetro da Sustentabilidade no Oeste do Paraná. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, v.3, n.1, p.127-156, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/2317-5443.2015v3n1p127-156>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J. A. S.; COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D..

Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. *Sociedade & Natureza*, v.20, n.1, p.25-50, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000100002>

LEFF, E.. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. 8 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

LENTZ, S. A. M.; RIVAS, P. M.; CARDOSO, M. R. I.; MORALES, D. L.; CENTENARO, F. C.; MARTINS, A. F.. Bacillus cereus as the main casual agent of foodborne outbreaks in Southern Brazil: data from 11 years. *Cadernos de Saúde Pública*, v.34, n.4, p.3-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00057417>

LIMA, D. O.; CROUZEILLES, R.; VIEIRA, M. V.. Integrating strict protection and sustainable use areas to preserve the Brazilian Pampa biome through conservation planning. *Land Use Policy*, v.99, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104836>

LUCENA, A. D.; CAVALCANTE, J. N.; CÂNDIDO, G. A.. Sustentabilidade do município de João Pessoa: uma aplicação do barômetro da Sustentabilidade. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v.7, n.1, p.19-49, 2011.

MACHADO, A. K. F.; WENDT, A.; WEHRMEISTER, F. C.. Sleep problems and associated factors in a rural population of a Southern Brazilian city. *Revista de Saúde Pública*, v.52, s. 1, p.1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2018052000260>

MACHADO, P. G.; DUFT, D. G.; PICOLI, M. C. A.; WALTER, A.. Diagnóstico da expansão da cana-de-açúcar: aplicação do Barômetro da Sustentabilidade nos municípios de Barretos e Jaboticabal (SP). *Sustentabilidade em Debate*, v.5, n.1, p.13-28, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v5n1.2014.9418>

MAPBIOMAS. **Cobertura e uso do solo**. MAPBIOMAS, 2020.

MENDES, E. V.. *Os grandes dilemas do SUS*. Salvador: Casa da Qualidade, 2001.

OLIVEIRA, E. L.; OLIVEIRA, E. A. A. Q.; CARNIELLO, M. F.. O Barômetro da Sustentabilidade Aplicado ao Município de Taubaté-SP. *Desenvolvimento em Questão*, v.13, n.30, p.230-264, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.30.230-264>

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J.. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.66, n.4, p.1073-1090, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000600015>

POCHMANN, M.. Desempenho econômico conjuntural e a situação recente do trabalho no Brasil. *NECAT*, v.7, n.13, p.11-27, 2018.

PONTES, R. P.; LIMA, J. E.. Índice de desenvolvimento econômico das famílias no Rio Grande do Sul: uma abordagem por intermédio da análise multivariada. *Revista Estudo & Debate*, v.25, n.1, p.237-260, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983->

[036X.v25i1a2018.1655](https://doi.org/10.36X.v25i1a2018.1655)

PRESCOTT-ALLEN, R.. **Barometer of Sustainability: measuring and communicating wellbeing and sustainable development.** Cambridge: IUCN, 1997.

QUINTELA, P. D. A.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G.. Desenvolvimento sustentável do Marajó, Pará: uma visão a partir do Barômetro da Sustentabilidade. **Novos Cadernos NAEA**, v.21, n.1, p.199-213, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v21i1.4891>

RENNER, S.; PÉRICO, E.; DALZUCHIO, M. S.; SAHLÉN, G.. Ecoregions within the Brazilian Pampa biome re ected in Odonata species assemblies. **Austral Ecology**, v.44, n.3, p.461-427, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/aec.12680>

RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER J. P.; TABARELLI M.; SCARANO F.; FORTIN M. J.. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C.. **Biodiversity hotspots.** Berlin: Springer, 2011, p.405-434.

SILVA, D. R. Q.. Exclusão de adolescentes grávidas em escolas do sul do Brasil: uma análise sobre a educação sexual e suas implicações. **Revista de Estudos Sociais**, n.57, p.78-88, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7440/res57.2016.06>

SILVA, F. P.; SANTOS, D. B.; SANTOS, D. A. S.; CÂNDIDO, G. A.; SILVA, M. S.; REZENDE, G. B. M.. Grau de Sustentabilidade do Município de Rondonópolis de Estado de Mato Grosso, a partir do Barômetro da Sustentabilidade. **Revista Espacios**, v.37, n.23, p.1-16, 2016a.

SILVA, V. C. S.; VIEIRA, I. C. G.. Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do estado do Pará, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.36, n.1, p.201-221, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v36i0.39957>

STARFIELD, B.. **Atenção primária: equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia.** Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.