



FLAVIANO AGOSTINHO DE LIMA

DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (ISE)
APLICADO À REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA

Sorocaba

2023

FLAVIANO AGOSTINHO DE LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (ISE)
APLICADO À REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA**

Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental

Orientação: Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço

Sorocaba

2023

L732d	Lima, Flaviano Agostinho de Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba / Flaviano Agostinho de Lima. –Sorocaba, 2023 155 p.: il., tab., mapas Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciências e Tecnologia, Sorocaba Orientador: Roberto Wagner Lourenço 1. Sustentabilidade 2. Índice socioeconômico 3. Índice ambiental 4. Índice de entropia 5. Análise Multivariada de Cluster. I Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

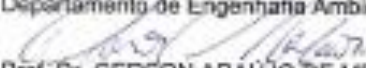
TÍTULO DA TESE: DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (ISE) APLICADO À REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA

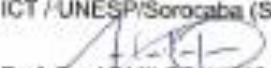
AUTOR: FLAVIANO AGOSTINHO DE LIMA

ORIENTADOR: ROBERTO WAGNER LOURENÇO

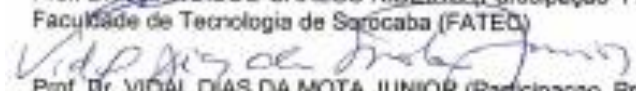
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ciências Ambientais, área: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ROBERTO WAGNER LOURENÇO (Participação Presencial)
Departamento de Engenharia Ambiental / Instituto de Ciência e Tecnologia Campus de Sorocaba Unesp


Prof. Dr. GERSON ARAUJO DE MEDEIROS (Participação Presencial)
ICT / UNESP/Sorocaba (SP)


Prof. Dr. ADMILSON RIOS RIBEIRO (Participação Presencial)
Departamento de Engenharia Ambiental / Unesp - Campus Sorocaba


Prof. Dr. FRANCISCO CARLOS RIBEIRO (Participação Presencial)
Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC)


Prof. Dr. VIDAL DIAS DA MOTA JUNIOR (Participação Presencial)
Engenharia Ambiental / Universidade de Sorocaba (UNISO)

Sorocaba, 22 de agosto de 2023

Dedico esta tese aos meus amados pais Altimínia e Sebastião que nunca mediram esforços para nos educar, eu e minha irmã Flávia, a fim de compreender que o estudo e o conhecimento são os pilares do desenvolvimento humano. Também dedico à minha família, Mônica por todo apoio e compreensão ao longo dessa jornada e aos nossos filhos Ana Beatriz e João Paulo, sentido maior do amor, e a todos os parentes, amigos, docentes e pesquisadores dessa desafiadora travessia.

AGRADECIMENTOS

Não poderia iniciar meus agradecimentos sem expressar minha fé inabalável em Deus, que guiou, iluminou e cuidou dos meus passos me abençoando, principalmente, com saúde e muita perseverança.

A todos os meus familiares, além dos citados na dedicatória, pelo amor e apoio incondicional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço, pela compreensão, apoio e direcionamento na construção desta pesquisa.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Unesp - Câmpus Sorocaba, em especial aos meus professores ao longo do curso, os docentes Admilson Irio Ribeiro Alexandre da Silva Simões, Antonio Cesar Germano Martins, Gerson Araújo de Medeiros, Manuel Enrique Gamero Guandique, Sandro Donnini Mancini e Valquíria de Campos. Em nome do servidor Carlos Reche, de uma competência e atenção formidáveis, agradeço todos os servidores do ICTS.

Aos pesquisadores do Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental – LABGEMM do ICTS e todos os companheiros do curso de Doutorado em Ciências Ambientais.

Ao Centro Paula Souza e à Fatec “Prof. Wilson Roberto Ribeiro de Camargo” – Tatuí (SP) pelo enorme apoio ao longo dessa grande jornada, por meio dos dirigentes e professores da Diretoria, coordenadoria de curso de Gestão Empresarial e Diretoras de Serviços Acadêmicos e Administrativa.

Aos muitos amigos de jornada, assumindo o risco de deixar de citar algum nome que peço minhas escusas antecipadas, como os professores Mauro Tomazela, Anderson Luiz de Souza, Patrícia Gláucia Moreno, Nilton José Pereira, Mauri César Soares, Andrea Santos, Douglas Mação, Francisco Carlos Ribeiro, Vidal Dias da Mota Júnior, Sandro Magro, Mariana Fagundes, Júlia Bezerra, Ivan E. B. Rojas, Cidelise A. de Oliveira, Eliana Teodoro dos Santos e todos os docentes do Colegiado de Gestão Empresarial e membros da Congregação.

Meu reconhecimento aos professores José Henrique Zanella, Ludwig E. A. Plata e ao então Deputado Estadual Hamilton Pereira por tão importante semente lançada, pois visionários da Região Metropolitana de Sorocaba.

“O real não está no início nem no fim, ele se mostra pra gente é no
meio da travessia”

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.

O que ela quer da gente é coragem”

Guimarães Rosa, Grande Sertão: Veredas

RESUMO

A gestão pública tem-se tornado uma questão de relevante importância para o planejamento e gerenciamento de diferentes entes da Federação. Em se tratando de regiões metropolitanas, dada a sua complexidade organizacional e diversidade social, econômica e ambiental, pode-se observar enormes dificuldades para se identificar a efetiva situação e as desigualdades dentre os municípios que a compõe e, por assim ser, os desafios crescentes em se elaborar políticas públicas efetivas orientadas por parâmetros técnicos e científicos visando a sustentabilidade. Por isso, tornou-se de relevante importância a utilização de indicadores e índices como suporte à formulação e implementação de políticas públicas como forma de medir e avaliar determinadas tendências, contextos e realidades, buscando-se reduzir o grau de subjetividade e incerteza associado ao processo decisório, ampliando a probabilidade de acerto na escolha das alternativas. Sendo assim, como objetivo, foi desenvolvido de um Índice Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), a partir de indicadores que mensurem a situação e a desigualdade entre seus municípios utilizando como fonte de informação um conjunto de dados secundários de seus municípios. O ISE calculado para os anos de 2013 a 2019 foi composto por um conjunto de 12 indicadores ambientais e socioeconômicos, sendo eles: disponibilidade hídrica, cobertura vegetal, emissão de gases efeito estufa, perdas de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta seletiva, bolsa família, IDEB anos iniciais, IDEB anos finais, índice de Saúde, PIB per capita e índice de ocupação da população. O ISE calculado para 2019 estava em 0,517, numa faixa de alerta. Neste mesmo ano o subíndice ambiental alcançou 0,355, numa faixa considerada crítica e o subíndice socioeconômico alcançou 0,679 numa faixa boa. O índice de Theil “L” evidenciou uma elevada entropia nos indicadores ambientais, mas não quanto aos indicadores socioeconômicos. A análise multivariada de cluster pelo método k-médias evidenciou que os índices de disponibilidade hídrica per capita, cobertura vegetal e percentual de famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família contribuíram significativamente para a formação dos conglomerados.

Palavras-chave: sustentabilidade; índice socioeconômico; índice ambiental; índice de entropia; análise multivariada de cluster.

ABSTRACT

Public management has become an issue of great importance for the planning and management of different entities of the Federation. In the case of metropolitan regions, given their organizational complexity and social, economic, and environmental diversity, one can observe enormous difficulties in identifying the effective situation and inequalities among the municipalities that comprise it and, therefore, the growing challenges in elaborating effective public policies guided by technical and scientific parameters aiming at sustainability. Therefore, the use of indicators and indices as a support for the formulation and implementation of public policies as a way of measuring and evaluating certain trends, contexts, and realities, seeking to reduce the degree of subjectivity and uncertainty associated with the process, has become extremely important. decision-making, increasing the probability of success in the choice of alternatives. Hence, as an objective, a Sustainability Index (ISE) was developed applied Metropolitan Region of Sorocaba (RMS), based on indicators that measure the situation and inequality between its municipalities, using as a source of information a set of secondary data from their municipalities. The ISE calculated for the years 2013 to 2019 was composed of a set of 12 environmental and socioeconomic indicators, namely: water availability, vegetation cover, greenhouse gas emissions, water loss, sewage collection and treatment, selective collection, family scholarship program, Development Index of Basic Education early years (IDEB 1), Development Index of Basic Education final years (IDEB 2), Health index, GDP per capita and the occupation index of the population. The ISE calculated for 2019 was at 0.517, in an alert range. In that same year, the environmental subindex reached 0.355, in a range considered critical, and the socioeconomic subindex reached 0.679, in a good range. The Theil "L" index showed a high entropy in the environmental indicators, but not in relation to the socioeconomic indicators. The multivariate cluster analysis using the k-means method showed that per capita water availability indices, vegetation cover and percentage of families benefiting from the family scholarship program contributed significantly to the formation of clusters.

Keywords: sustainability; socioeconomic index; environmental index; entropy index; multivariate cluster analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de Estudo: Região Metropolitana de Sorocaba, São Paulo, Brasil...	30
Figura 2 - Balanço Hídrico: Vazão Captação* / Q95%	40
Figura 3 - Gráfico do Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc) por município da RMS entre 2013 e 2019, medido pela vazão Q95%	68
Figura 4 - Gráfico do Índice de Cobertura de Florestas Naturais por município da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)	72
Figura 5 - Gráfico do IGEE – Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita por município da RMS entre 2013 e 2019	76
Figura 6 - Gráfico IPAG – Índice de Perdas de Água na distribuição por município da RMS entre 2013 e 2019	80
Figura 7 - Gráfico ICTE - Índice de Coleta e Tratamento de Esgoto (CTE) por município da RMS entre 2013 e 2019	83
Figura 8 - Gráfico do Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS) por município da RMS entre 2013 e 2019.....	87
Figura 9 - Gráfico do IAMB - Subíndice Ambiental por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019	90
Figura 10 - Gráfico do IAMB - Subíndice Ambiental da RMS: evolução entre 2013 e 2019	90
Figura 11 - Mapa do IAMB por município da RMS, em 2019	91
Figura 12 - Gráfico do Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019	95
Figura 13 - Gráfico do IDEB1 - Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal, por cidade e agregado da RMS entre 2013 e 2019	99
Figura 14 - Gráfico do IDEB2 - Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual, por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019	103
Figura 15 - Gráfico ISAU Desempenho no Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP por município da RMS entre 2013 e 2019	107
Figura 16 - Gráfico do Índice do PIB Per Capita (IPIB) por município da RMS entre 2013 e 2019	110

Figura 17 - Gráfico Índice % de Pessoal Ocupado em relação à população de 15 e 64 anos por município da RMS entre 2013 e 2019 (IOCUP)	114
Figura 18 - Gráfico do ISEC - Subíndice Socioeconômico da RMS: evolução entre 2013 e 2019	117
Figura 19 - Gráfico do ISEC - Subíndice Socioeconômico por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019	117
Figura 20 - Mapa do ISEC por município da RMS, em 2019	118
Figura 21 - Gráfico da Evolução do Índice de Sustentabilidade (ISE) da RMS (ambiental e socioeconômico) entre 2013 e 2019.....	120
Figura 22 - Gráfico do Índice de Sustentabilidade (ISE) geral e por subíndice da RMS (geral) em 2013 e 2019	121
Figura 23 - Mapa do Índice de Sustentabilidade (ISE) dos municípios da RMS em 2019	122
Figura 24 - Gráfico do Índice de Theil "L" padronizado (ou medida de entropia) da RMS em 2019	124
Figura 25 - Centros de Cluster Iniciais pelo k-médias	126
Figura 26 - Histórico de Interação (a).....	126
Figura 27 - Associação de Cluster	127
Figura 28 - Número de casos em cada cluster.....	128
Figura 29 - Centros de Cluster finais.....	128
Figura 30 - Estatísticas Descritivas	129
Figura 31 - Análise de Variância – ANOVA.....	130
Figura 32 - Processamento Sumário de Casos (a)	130
Figura 33 - Matriz de Proximidade	131
Figura 34 - Planejamento de Aglomeração (Agglomeration Schedule).....	136
Figura 35 - Dendrograma de Ward.....	137
Figura 36 - Mapa do Dendrograma de Ward dos municípios da RMS em 2019	139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – 14 Propriedades Desejáveis de um Indicador	27
Quadro 2 - Dimensão Sociedade	32
Quadro 3 - Dimensão Meio Ambiente	32
Quadro 4 - Dimensão Econômica	33
Quadro 5 – Indicadores selecionados para composição do ISE da RMS	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalo de desempenho do IDH-M.....	35
Tabela 2 – Intervalo de desempenho do IDSC para cada uma dos 17 ODS	35
Tabela 3 – Intervalo de desempenho do IDSC Geral do Município.....	36
Tabela 4 – Intervalo de desempenho proposto no ISE	36
Tabela 5 – Faixas de resultado do IEG-M-Saúde do TCE-SP e adequação ao ISE .	54
Tabela 6 – Número índice de conversão de valores correntes em valores constantes pelo IPCA entre 2000 e 2019	57
Tabela 7 – Indicador de Disponibilidade Hídrica (m ³ /ano) per capita entre 2013 e 2019 (vazão Q _{95%}).....	66
Tabela 8 – Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc), em m ³ /ano, entre 2013 e 2019 (vazão Q _{95%}).....	67
Tabela 9 – Resumo dos municípios da RMS conforme criticidade	68
Tabela 10 – Indicador percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)	69
Tabela 11 – Índice de cobertura do território de Florestas Naturais dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)	71
Tabela 12 – ICV: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	72
Tabela 13 – Indicador de emissões de GEE per capita dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (em toneladas).....	73
Tabela 14 – IGEE: Índice de emissões de GEE per capita dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (em toneladas)	75
Tabela 15 – IGEE: Resumo dos municípios da RMS conforme situação.....	76
Tabela 16 – Indicador do % de Perdas de Água (IPAG) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019	77
Tabela 17 – IPAG: Índice de Perdas de água dos municípios da RMS entre 2013 e 2019	79
Tabela 18 – IPAG: Resumo dos municípios da RMS conforme situação.....	80
Tabela 19 – Indicador do Percentual (%) Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE) entre 2013 e 2019	81
Tabela 20 – Índice de Coleta e Tratamento de Esgoto entre 2013 e 2019 (ICTE)....	82
Tabela 21 – Resumo dos municípios da RMS conforme situação	84

Tabela 22 – Indicador Percentual (%) de Coleta Seletiva sobre o total da massa coletada (ICS) entre 2013 e 2019	85
Tabela 23 – Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS) entre 2013 e 2019	86
Tabela 24 – Resumo dos municípios da RMS conforme situação	87
Tabela 25 – Evolução dos Subíndices Ambientais dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019	89
Tabela 26 – Indicador do % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (DBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019	93
Tabela 27 – IDBF: Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019	94
Tabela 28 – IPBF: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	96
Tabela 29 – Indicador % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IIDEB1) entre 2013 e 2019	97
Tabela 30 – IDEB1: Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal entre 2013 e 2019	98
Tabela 31 – IDEB1 - Resumo dos municípios da RMS conforme situação	99
Tabela 32 – Indicador do % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2) entre 2013 e 2019	100
Tabela 33 – IDEB2: Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública municipal entre 2013 e 2019	101
Tabela 34 – IDEB 2: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	103
Tabela 35 – Indicador de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP entre 2013 e 2019	104
Tabela 36 – Índice de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU) entre 2013 e 2019	105
Tabela 37 – ISAU: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	107
Tabela 38 – Indicador do PIB per capita entre 2013 e 2019 (em mil)	108
Tabela 39 – Índice do PIB per capita entre 2013 e 2019 (IPIB)	109
Tabela 40 – IPIB: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	111
Tabela 41 – Indicador desempenho % de pessoal ocupado em relação à população de 15 e 64 anos entre 2013 e 2019	111
Tabela 42 – IOCUP - Índice % do pessoal ocupado em relação à população de 15 a 64 anos entre 2013 e 2019	113

Tabela 43 – IOCUP: Resumo dos municípios da RMS conforme situação	114
Tabela 44 – Evolução dos Subíndices Socioeconômicos (ISEC) dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019	115
Tabela 45 – Evolução do Índice Metropolitano de Sustentabilidade (ISE) dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019	119
Tabela 46 - Desempenho por município da RMS no ISE, ISEC e IAMB em 2019 ..	123
Tabela 47 - Resultado do agrupamento dos municípios da RMS conforme o dendrograma da análise multivariada de cluster pelo método de Ward (com dados das 12 variáveis do ISE em 2019).....	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGEMS	Agência Metropolitana de Sorocaba
AMC	Análise Multivariada de Cluster
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CRHi	Coordenadoria de Recursos Hídricos, órgão da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Meio Ambiente
DAEE	Departamento Estadual de Águas e Energia Elétrica (SP)
IAB	Instituto dos Arquitetos do Brasil
IAMB	Subíndice Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSP	Instituto Federal de São Paulo – câmpus Sorocaba
ISE	Índice de Sustentabilidade
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISEC	Subíndice Socioeconômico
MAPBIOMAS	Plataforma Mapbiomas
MCidades	Ministério das Cidades
OAB	Ordem dos Advogados do Brasil
PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RMS	Região Metropolitana de Sorocaba
RMs	Regiões Metropolitanas
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SNIS	Sistema Nacional de Informações do Saneamento
TCE-SP	Tribunal de Contas do Estado de São Paulo
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNISO	Universidade de Sorocaba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1 REGIÕES METROPOLITANAS NO BRASIL	21
3.2 A REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA (RMS)	22
3.3 ÍNDICES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 ÁREA DE ESTUDO	30
4.2 SISTEMA SIG	31
4.3 ELABORAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (ISE) APLICADO À REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA	31
4.4 CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DOS INDICADORES E ÍNDICES	34
4.4.1 Elaboração do Índice de Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba	34
4.4.1.1 Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDH _{pc})	39
4.4.1.2 Índice % de Cobertura do Território de Florestas Naturais (ICV)	42
4.4.1.3 Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (IGEE)	43
4.4.1.4 Índice % de Perdas de Água (IPAG)	45
4.4.1.5 Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE)	46
4.4.1.6 Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da massa coletada (ICS)	48
4.4.1.7 Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF)	49
4.4.1.8 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal (IDEB1)	51
4.4.1.9 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos finais do ensino fundamental - rede pública estadual (IDEB2)	52
4.4.1.10 Desempenho no Índice de Gestão da Saúde (i-saúde) do TCE-SP (ISAU)	53
4.4.1.11 Índice do PIB per capita (IPIB)	55
4.4.1.11.1 Método de cálculo de valores monetários constantes do PIBPC	57
4.4.1.12 Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos (IOCUP)	58

4.4.2 Elaboração do Subíndice Ambiental (Iamb)	59
4.4.3 Elaboração do Subíndice Socioeconômico (ISEC)	60
4.4.4 Elaboração do Índice de Sustentabilidade (ISE)	60
4.5 ANÁLISE MULTIVARIADA DE AGRUPAMENTO: CLUSTER ANALYSIS	61
4.6 ÍNDICE DE ENTROPIA OU ÍNDICE DE THEIL “L” OU “T”	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1 INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTAIS DO ISE: RESULTADOS DO SUBÍNDICE AMBIENTAL (IAMB)	65
5.1.1 Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc)	65
5.1.2 Índice percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais (ICV)	69
5.1.3 Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (IGEE)	73
5.1.4 Índice % de Perdas de Água (IPAG)	77
5.1.5 Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE)	81
5.1.6 Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS)	84
5.1.7 Subíndice Ambiental (IAMB)	88
5.2 INDICADORES E ÍNDICES SOCIOECONÔMICOS DO ISE: RESULTADOS DO SUBÍNDICE SOCIOECONÔMICO (ISEC)	92
5.2.1 Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF)	93
5.2.2 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IDEB1)	96
5.2.3 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2)	100
5.2.4 Desempenho no Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU)	104
5.2.5 Índice do PIB per capita da RMS (IPIB)	108
5.2.6 Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 a 64 anos (IOCUP)	111
5.2.7 Subíndice Socioeconômico (ISEC)	115
5.3 ÍNDICE SUSTENTABILIDADE (ISE) DA REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA: RESULTADOS	119
5.4 ÍNDICE DE THEIL “L” (ENTROPIA) DOS INDICADORES DO ISE PARA O CONJUNTO DOS MUNICÍPIOS DA RMS	124
5.5 ANÁLISE MULTIVARIADA DE CLUSTER: RESULTADOS	125
5.5.1 Análise de Cluster não-hierárquica por K-médias	126

5.5.2 Análise de Cluster hierárquica pelo método de Ward.....	130
6 CONCLUSÕES	141
REFERÊNCIAS.....	144
APÊNDICE A - Mapa do Uso e Ocupação do Solo da RMS nos anos 2000 e 2020	154
APÊNDICE B - Dados do Uso e Ocupação do Solo da RMS nos anos 2000 e 2020	155

1 INTRODUÇÃO

Estimativas indicam que 98,7 milhões de pessoas ou 47,3% da população brasileira vivem em uma das 28 regiões metropolitanas, aglomerados ou regiões integradas de desenvolvimento (IBGE, 2018 apud UERJ/LABGIS, 2018).

A Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), foi instituída por meio da Lei Complementar Estadual nº 1.241, de 8 de maio de 2014, sendo composta por 27 municípios agrupados em 3 sub-regiões, distribuídos da seguinte maneira:

- a Sub-região 1 composta pelos municípios de Tatuí (sede), Alambari, Boituva, Capela do Alto, Cerquilha, Cesário Lange, Jumirim, Sarapuí, Tietê e Itapetininga, município este incorporado à região após a sua institucionalização;
- a Sub-região 2 composta pelos municípios de Itu (sede), Alumínio, Araçatuba, Ibiúna, Itu, Mairinque, Porto Feliz, Salto e São Roque; e,
- a Sub-região 3 composta pelos municípios de Sorocaba (sede) Araçoiaba da Serra, Iperó, Piedade, Pilar do Sul, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, Tapiraí e Votorantim.

A RMS atingiu em 2020 uma população total estimada de 2.078.807 habitantes (SEADE, 2021), o que a coloca como a 15ª maior RM brasileira, inclusive à frente no quesito populacional de regiões metropolitanas lideradas por capitais de estado como Vitória (ES), Florianópolis (SC) ou Natal (RN).

O mesmo ocorre quanto ao PIB, sendo que a RMS em 2019 atingiu R\$ 95,28 bilhões (IBGE), equivalente a US\$ 23,6 bilhões (US\$ 1,00 = R\$ 4,03) também colocando-se como a 15ª maior região metropolitana. Responde, ainda, por 3,95% do PIB paulista ou 4,8% do PIB da Macrometrópole Paulista, perfazendo um PIB per capita de R\$ 46.292,00.

Assim, diante da crescente importância da RMS no cenário regional, estadual e nacional, em especial pelo seu desempenho social, econômico e também de seus relevantes atributos ambientais, torna-se fundamental realizar estudos que possam contribuir no planejamento e na gestão do território, buscando aprofundar-se no conhecimento e diagnóstico, auxiliando com soluções voltadas a minimizar suas fragilidades, maximizar suas potencialidades e assimetrias, visando contribuir com a melhora significativa da elaboração das políticas públicas aplicadas ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental e a redução das desigualdades na RMS.

Neste sentido, esta pesquisa se propôs a elaborar uma metodologia voltada à construção de um Índice de Sustentabilidade (ISE) com base nos municípios que compõe a Região Metropolitana de Sorocaba, e também para seus dados agregados, de fácil compreensão para os tomadores de decisão, e que o mesmo possa ser replicado para outras regiões metropolitanas e contribuir com a gestão e planejamento do território.

Nasce, assim, a pergunta subjacente relacionada à construção e utilização de índices de sustentabilidade: seriam, de fato, ferramentas úteis tanto para diagnóstico, análise, acompanhamento e apoio à decisão é à gestão metropolitana? Tem-se como hipótese inicial, com base na revisão de literatura, que a construção de índices e indicadores são, de fato, uma importante estratégia para gerenciamento das atividades antrópicas e para tomada de decisões em políticas públicas, especialmente em regiões metropolitanas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A partir da análise e integração de dados sociais, econômicos e ambientais esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um Índice de Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), que contribua para o planejamento territorial e possa ser replicado para outras regiões metropolitanas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para se atingir o objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a)** Construir um banco de dados (BD) dos municípios que integram a RMS de 2013 a 2019, com ênfase nos aspectos socioeconômicos e ambientais de maior relevância, obtidos de forma digital de diferentes fontes oficiais;
- b)** Realizar a análise e tratamento do BD visando inicialmente minimizar os impactos do problema básico de intercâmbio da arquitetura de dados geográficos e das tecnologias relacionadas a integração e interoperabilidade no contexto das dificuldades encontradas para criar mapeamentos entre fontes que apresentem heterogeneidade nos dados, tanto em formato e estrutura, quanto em interpretação ou significado.
- c)** Calcular o Índice Theil “L” padronizado como medida de entropia das variáveis no contexto da RMS, bem como aplicar a análise multivariada de cluster por meio do programa estatístico “SPSS”;
- d)** Evidenciar por meio do ISE as principais fragilidades e/ou potencialidades da RMS e seus municípios individualmente que permitam maior atenção das autoridades e da sociedade civil, revelando padrões de comportamento da pobreza, pessoal ocupado, qualidade do ensino básico, PIB per capita, cobertura vegetal, disponibilidade hídrica, saneamento, dentre outros indicadores;
- e)** Aplicar a análise multivariada de cluster como ferramenta de agrupamento dos municípios da RMS considerando a similaridade das variáveis.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 REGIÕES METROPOLITANAS NO BRASIL

Segundo Carmo (2019), as primeiras discussões sobre o planejamento metropolitano se originam do planejamento regional e suas teorias regionais em Johann Heinrich von Thünen (1783-1850), Ernest Burgess (1886-1966), Walter Chirstaller (1893-1969) e Francois Perroux (1903-1987). Estes três últimos tiveram como centralidade a discussão da delimitação de regiões de planejamento que tem a metrópole como centro a partir do final do século XIX. Hall (2013) também reconheceu que o planejamento regional teve origem nos textos do biólogo britânico Patrick Guedes (1854-1932) que exerceu grande influência na experiência americana por meio da *Regional Planning Association of America* (RPPA) ou pelo Plano Regional de Nova York (PRNY) elaborado por Tomas Adams (1871-1940), que influenciou grandes projetos como a *Tennessess Valley Authorithy*, com um plano para três estados pelo vetor de urbanização e extravasamento e conexão de uma série de metrópoles, superando a clássica divisão cidade-campo.

Assim, de acordo com Gomes (2008, apud CARMO, 2019, pg. 319), a diferenciação de planejamento regional e metropolitano é complexa, pois o metropolitano não deixa de ser região, e engloba não só a área urbana, mas o entorno rural e conexões com outras cidades, regiões, metrópoles etc.

No caso do Brasil, as primeiras nove regiões Metropolitanas (RMs) foram criadas em 1973 por meio da Lei complementar Federal nº 14 e vem, desde então, crescendo, especialmente por meio de Leis complementares estaduais conforme competência definida pelo Art. 25, § 3º da Constituição Federal. Contudo, mais recentemente, houve a regulação desse processo de criação por meio do Estatuto da MetrÓpole instituído pela Lei Federal nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 e alterações posteriores o que se espera torne mais seletiva a criação desses entes.

Segundo o IBGE¹ em 2021 o Brasil atingiu 81 RMs com 1.357 municípios envolvidos. Entre 1973 até 1999 haviam sido criadas 13 RMs, entre 2000 e 2010 foram criadas 18 e a partir de 2011 até 2015 foram instituídas mais 39 Rms (maior

¹ <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=acesso-ao-produto>

concentração), recuando para 11 desde 2016, possivelmente sob o efeito do novel Estatuto da Metrópole.

Das primeiras 9 (nove) RMs criadas em 1973 para as atuais 81² (sem incluir as 2 RIDEs - Regiões Integradas de Desenvolvimento, 1 RAIDE - Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento, Área de Expansão ou Colar metropolitano, ou Aglomerações Urbanas), houve um crescimento de 800% que, se não bem institucionalizado, organizado e gerido trará muito mais ônus do que benefícios à sociedade e ao desenvolvimento regional e do país como um todo.

O Estatuto das Metrôpoles traz grandes avanços ao regulamentar e especificar melhor o critério para criação de RMs; mais do que isso, procura organizar sua forma de gestão e espera-se que diminua o ímpeto exagerado de se entender que a criação de RMs é a cura para os males do planejamento; ou vislumbrando-se ganhos políticos eleitoreiros ou, ainda, acreditando que terá melhor acesso a verbas federais ou estaduais para os municípios que os integram. Não são poucos as alterações legais em RMs criadas, como no caso do estado de São Paulo, em que há projetos de lei que se tenta inserir novos municípios, geralmente pequenos e que ficam na borda da região, sem ter a devida integração. É preciso reforçar a institucionalidade da região metropolitana, com a elaboração de políticas públicas e planejamento sério, com uma política regional consistente e clareza da compreensão do fenômeno metropolitano (FIRKOWSKI, 2012).

3.2 A REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA (RMS)

Criada em 08 de maio de 2014 pela Lei complementar nº 1.241, composta inicialmente por 26 municípios (ainda não havia sido integrado Itapetininga, totalizando os atuais 27 municípios) destacando no Art. 2º seus cinco grandes objetivos:

I - o planejamento regional para o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida;

II - a cooperação entre diferentes níveis de governo, mediante a descentralização, articulação e integração de seus órgãos e entidades da

² Vide IBGE: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=sobre>

administração direta e indireta com atuação na região, visando ao máximo aproveitamento dos recursos públicos a ela destinados;

III - a utilização racional do território, dos recursos naturais e culturais e a proteção do meio ambiente, mediante o controle da implantação dos empreendimentos públicos e privados na região;

IV - a integração do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum aos entes públicos atuantes na região;

V - a redução das desigualdades regionais.

O art. 5º cria o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Sorocaba, órgão máximo de caráter normativo e deliberativo, integrado por todos os municípios (prefeito ou representante suplente) e, também de forma paritária na quantidade por membros indicados pelo Estado, geralmente representantes das várias Secretarias de Estado e empresas públicas.

O art. 17 autoriza o Poder Executivo criar, mediante lei complementar, entidade autárquica de caráter territorial, vinculada à Casa Civil (§ 1º) com o fim de integrar a organização, o planejamento e a execução das funções públicas de interesse comum da Região Metropolitana de Sorocaba, sem prejuízo das competências de outras entidades envolvidas, em conformidade com o disposto no artigo 17, “caput”, da Lei Complementar nº 760, de 1º de agosto de 1994. E até que o Conselho de Desenvolvimento especifique as Funções Públicas de Interesse Comum (FPIC) prevalecem os seguintes campos funcionais:

I - planejamento e uso do solo;

II - transporte e sistema viário regional;

III - habitação;

IV - saneamento ambiental;

V - meio ambiente;

VI - desenvolvimento econômico;

VII - atendimento social (abrange saúde, educação, assistência, segurança, etc.);

VIII – esportes e lazer

IX - turismo.

Somente no ano seguinte ao da criação da RMS foi criada a Agência Metropolitana de Sorocaba (Agems) por meio da Lei Complementar nº 1.266 de 15 de junho de 2015 instituindo 21 cargos sendo, destes contemplada uma Diretoria

Executiva, com: a) Assistência Técnica; b) Procuradoria Jurídica; c) Diretoria Técnica; d) Diretoria Administrativa.

O eixo principal de ação ao longo dos primeiros sete anos da criação da RMS foi a elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), que tem seu início no dia 13/4/2016 quando o Conselho de Desenvolvimento da RMS instituiu, por meio da Resolução CD nº 1/2016, o Comitê Executivo do PDUI, exigência do Estatuto da Metrópole, que integra um grupo paritário entre representantes do estado, prefeituras e sociedade civil, estes últimos eleitos em assembleia pública.

Em 05 de julho de 2022 foram concluídos os trabalhos de elaboração do PDUI com sua devida aprovação pelo Conselho de Desenvolvimento, que enviou ao Governo do estado de São Paulo para que, após análise, caberá enviar o projeto de lei à Assembleia Legislativa.

Em síntese, o projeto de lei do PDUI³ definiu 4 temas aglutinadores, sendo que cada tema um contém um conjunto de diretrizes:

- I. Planejamento Territorial e Uso do Solo
- II. Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos
- III. Desenvolvimento Econômico e Atendimento Social
- IV. Transporte e Sistema Viário

O ordenamento territorial está tratado entre os Art. 8º e 19, contendo 3 objetivos:

I. Orientar a ação integrada dos entes federados no território da RMS.

II. Intensificar o adensamento urbano em áreas providas de infraestrutura e conter a expansão urbana periférica, para reduzir a pressão em territórios ambientalmente frágeis e sobre as áreas rurais, promovendo a proteção dos ativos ambientais e da produção agropecuária.

III. Orientar a elaboração e a revisão dos Planos Diretores dos municípios da RMS, para que as diretrizes municipais de uso e ocupação do solo estejam compatíveis com as políticas de ordenamento territorial pactuadas no PDUI-RMS.

O art. 9º contém os três níveis de orientação para o planejamento e uso do solo, sendo eles:

³ O projeto de lei do PDUI pode ser acessado em:
https://drive.google.com/file/d/1Dv2WuglIT7G_n46L8kXbEb6WhuqA1nXS/view?usp=sharing

I. Macrozoneamento – Estabelece as diretrizes gerais para o alinhamento das políticas dos entes federados no território e deve orientar a elaboração e a revisão dos Planos Diretores dos municípios da Região Metropolitana de Sorocaba – RMS;

II. Estratégias para Ação Metropolitana – Orientam a articulação intersetorial das políticas públicas que afetam o território da RMS;

III. Áreas de Interesse Metropolitano – Áreas específicas do território metropolitano que podem receber ações interfederativas e intersetoriais, visando à integração do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum.

No Art. 12 são definidas as estratégias para Ação Metropolitana que devem orientar a ação integrada, organizando e articulando as políticas públicas que afetam o território da RMS, com a participação dos entes federados, no âmbito de Câmaras Temáticas, para tratar das seguintes ações relacionadas às FPICs:

I. Segurança Hídrica Metropolitana;

II. Enfrentamento da Precariedade e da Informalidade Habitacional;

III. Enfrentamento da Destinação dos Resíduos sólidos;

IV. Rotas Ciclovias Integradas;

V. PDTCI's⁴ das cidades menor densidade populacional da RM Sorocaba.

Considerando que, embora o processo de criação tenha sido muito longo e desgastante, com lacunas que certamente irão surgir ao longo dos anos, há um ponto muito positivo que foi a ampla participação da sociedade civil que sempre cobrou dos gestores públicos o andamento do PDUI como ação prioritária e colaborou intensamente na realização dos trabalhos técnicos. Conforme documentos oficiais⁵, foram diversos técnicos envolvidos, grupos de trabalho temático, reuniões, capacitações, participação da sociedade civil por meio de universidades e entidades representativas como conselhos de classe, sindicatos, etc., prefeituras, ou seja, um processo de forte empenho dos diferentes segmentos envolvidos no processo de criação.

3.3 ÍNDICES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL

⁴ PDTCI - Plano Diretor de Tecnologias para Cidades Inteligentes

⁵ Vide o Caderno de Subsídios ou Macrozoneamento, que contém o histórico da construção do PDUI <https://drive.google.com/file/d/1JPhgl4lJe7oCWLFFqKuGEOqag3tRtlFB/view?usp=sharing>

De acordo com Lima, *et al.* (2019), a construção conceitual de sustentabilidade engloba várias dimensões, pois deve ser entendida como um conceito multidimensional que se constitui em três pilares, os quais derivam do conceito de desenvolvimento sustentável: o da sustentabilidade ambiental, o da sustentabilidade social e da sustentabilidade econômica.

Neste sentido, importante revisitar o conceito de desenvolvimento sustentável definido pelo Relatório Brundtland denominado “Nosso Futuro Comum”, da Organização das Nações Unidas (ONU). Neste relatório a definição de desenvolvimento sustentável é a que mais se aproxima dos consensos que vem sendo mundialmente construídos, precisando ser compreendida como “um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49).

De acordo com Sachs (2004, p. 15), “a sustentabilidade ambiental precisa ser baseada no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras” e assim, “ela nos compele a trabalhar com escalas múltiplas de tempo e espaço, o que desarruma a caixa de ferramentas do cientista convencional”. Sachs (2004, p. 15) assevera, ainda, que a sustentabilidade social também é “fundamental por motivos tanto intrínsecos quanto instrumentais, por causa da perspectiva de disrupção social que paira de forma ameaçadora sobre muitos lugares problemáticos do planeta”.

A sustentabilidade econômica é outro fundamento importante e altamente desafiador pois implica em alcançar a viabilidade econômica das ações e, ao mesmo tempo, eliminar o crescimento selvagem que muitas vezes geram elevadas externalidades negativas (LEFF, 2001).

Portanto, a concepção de sustentabilidade ora adotada parte dos consensos que vem sendo construídos desde o Relatório Brundtland de forma a garantir sua legitimação como um novo valor à sociedade, que depende dos avanços da ciência e das humanidades sobre duas questões cruciais: cooperação e governança global (VEIGA, 2014) e, assim, é possível apontar um quarto pilar da sustentabilidade e bastante desafiador: o institucional.

Silva (2016) destaca que a importância de indicadores e índices são excelentes ferramentas para gerenciar as atividades antrópicas, processos de gestão, tomada de decisões etc., especialmente as relacionadas ao meio ambiente (GAVIÃO; LIMA, 2015, apud Silva, 2016), bem como a concepção deles (indicadores e índices), que embora compreendidos como expressões sinônimas, têm definições distintas.

Fundamentado nas percepções de Van Bellen (2006), Siche (2007, Gallopin (1997), Diamantopoulos *et al.* (2000), Shields *et al.* (2002), Silva (2016), pode-se definir índices como um valor agregado final de todo um procedimento analítico onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem (Khanna, 2000), ressaltando a importância de que um determinado índice pode ser utilizado como componente de outro índice.

Já a OCDE (1993) definiu indicador como “um parâmetro, ou um valor derivado de parâmetros, que aponta para fornecer informações sobre a descrição do estado de um fenômeno, ambiente, área com um significado que se estende além daquele diretamente associado a um determinado parâmetro” e, por outro lado índice como “um conjunto de parâmetros ou indicadores agregados ou ponderados” (OCDE, 1993, pg. 6).

Segundo Januzzi (2010), um indicador de sustentabilidade é uma medida em geral quantitativa dotada de significado substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito teórico (para pesquisa acadêmica) ou programática (para formulação de políticas) (BARCELLOS E CARVALHO 2010, apud JANUZZI, 2001 p.15).

Barcellos e Carvalho (2010) fazem, ainda, a seguinte pergunta: afinal, como identificar um bom indicador? Com base nos apontamentos de Januzzi (2001), apresentam uma tabela adaptada conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – 14 Propriedades Desejáveis de um Indicador

Relevância
Validade
Confiabilidade
Cobertura
Sensibilidade
Especificidade
Custo-efetivo
Inteligibilidade de sua construção

Comunicabilidade
Factibilidade para obtenção
Periodicidade na atualização
Desagregabilidade
Historicidade
Comparabilidade

Fonte: Barcellos e Carvalho (2010) apud Januzzi (2001)

Porém ainda de forma mais simples e resumida, um bom indicador é aquele que você pode confiar, é útil e não é muito caro (BARCELLOS E CARVALHO, 2010).

Além da confiabilidade, utilidade e baixo custo conforme sintetizam Barcellos e Carvalho (2010), importante destacar outras das 14 propriedades no Quadro 1.

É fundamental a relevância, ou seja, um bom índice precisa atender critérios de justificação e importância.

Também, quanto à inteligibilidade de sua construção importante destacar que, independentemente de seu método mais simples ou complexo, precisa ser claro quanto à definição dos parâmetros.

Há que se destacar a comunicabilidade do índice, fator essencial para apropriação não somente dos técnicos, mas principalmente da população e dos agentes políticos. Ao lado da comunicabilidade, é necessário garantir a periodicidade de sua atualização para que reflita rapidamente as variações que deseja apontar, sem prejuízo de compor uma série histórica.

Assim, as propriedades do Quadro 1 precisam ser consideradas quando da construção de um bom índice.

Como exemplos de índices de sustentabilidade que possuem amplo reconhecimento internacional tem-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH, ONU) e o índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), este último vinculado à Agenda 2030 que apresenta, desde 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sendo assinado por 193 Estados-membros da ONU.

O IDH foi idealizado pelo economista paquistanês Mahub ul Haq com apoio de outro economista Amartya Sen, sendo apresentado em 1990 no primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. O IDH, que varia de 0 (pior) a 1 (melhor) contempla a média geométrica de 3 indicadores (dimensões), de longevidade, educação e renda, sendo que o Brasil foi um dos primeiros países a adaptar o IDH em IDH-M (municipal, estadual e Brasil) por

meio do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2010) e da Fundação João Pinheiro (FJP, 2010), com dados dos Censos 1991, 2000 e 2010, passando por aprimoramentos neste período. Também foi elaborado em 2017 o IDH-M de Regiões Metropolitanas, mas comparando dados de 2000 com 2010. Todavia, dentre as limitações do IDH-M tem-se sua atualização a cada 10 anos (após divulgados os resultados do Censo), além de não abranger a dimensão do Meio Ambiente.

Já o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), que varia de 0 a 100, contempla 17 objetivos subdivididos em 169 metas e a fórmula de normalização dos indicadores é similar ao IDH-M. Contudo, sua adaptação metodológica no Brasil resultou em 100 indicadores, assumindo, ainda uma lacuna de outros 24 indicadores por falta de dados. Há, ainda, indicadores que não existem por município como, por exemplo, a taxa de desemprego que é calculada somente para as capitais. O IDSC engloba dados censitários, os quais são atualizados a cada 10 anos, além de outros dados atualizados periodicamente. Entretanto, um conjunto tão extenso de indicadores pode alterar a média, dificulta o acesso à base de dados, torna mais difícil sua análise e compreensão. O IDSC carece, também, de dados para as regiões metropolitanas ou administrativas

Como visto acima, índices tão importantes como o IDH-M e o IDSC têm grande utilidade, mas limitações. O ISE, portanto, busca tornar-se uma ferramenta de grande utilidade, além de atender o conjunto de 14 propriedades (BARCELLOS E CARVALHO 2010, apud JANUZZI, 2001).

do PIB paulista ou 4,8% do PIB da Macrometrópole Paulista, perfazendo um PIB per capita de R\$ 46.292,00 (SEADE, 2019).

Apresentou, também em 2020, um grau de urbanização estimado da ordem de 90,22% e 692.585 domicílios particulares permanentes em uma área territorial de 11.611,48 Km² com densidade demográfica de 179 habitantes por km². Sua densidade urbana (considerada o número de habitantes por quilômetro quadrado com infraestrutura urbana de 590 km²) alcançou 3.177 habitantes por Km² (SEADE, 2021).

Mantém, ainda, 1.572,2 km² ou 13,54% do total protegido por unidades de conservação pertencentes à União, Estado ou Municípios, tais como: a área de Proteção Ambiental da Represa de Itupararanga, os Parques Estaduais Carlos Botelho e Jurupará e a Floresta Nacional de Ipanema e o Parque Municipal Corredores da Biodiversidade (EMPLASA, 2013, p.63). Do total de seu território em 2019, 360.677,89 hectares ou 31,06% são cobertos por florestas naturais ou savânicas (MAPBIOMAS, 2019).

4.2 SISTEMA SIG

Quanto ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi utilizado o sistema de acesso livre Quantum GIS 2.18 e o ArcGIS 10.5 disponibilizado pelo Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba (ICTS).

4.3 ELABORAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (ISE) APLICADO À REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA

O ISE foi construído considerando variáveis que melhor representassem dimensões das temáticas de meio ambiente, sociedade e economia no sentido da sustentabilidade e para abranger ao máximo as Funções Públicas de Interesse Comum (FPIC) do PDUI da RMS. Assim, foram selecionadas 30 variáveis de diferentes instituições públicas, bem como de alguns organismos da sociedade civil de grande relevância relacionados ao tema em questão .

Para a dimensão Sociedade foram determinadas 5 variáveis (Quadro 2).

Quadro 2 - Dimensão Sociedade

Nº	Área	Subárea	Tipo	Descrição	Fonte	Período disponível
1	Sociedade	Demografia	Variável	População Total	Seade	1980-2020 (**)
2	Sociedade	Demografia	Variável	População Total de 15 a 64 anos	Seade	1980-2020 (**)
3	Sociedade	Demografia	Variável	Domicílios permanentes	Seade	1980-2020 (**)
4	Sociedade	Vulnerabilidade de Social	Variável	Evolução Mensal e Anual nº famílias beneficiadas com Bolsa Família	MinCid	2004-2021
5	Sociedade	Educação Básica	Índice	Evolução das metas e resultados do IDEB da rede pública (estadual e municipal), separada pelas etapas inicial e final do ensino fundamental	Inep	2007-2019

Fonte: autoria própria

(**) Inclui dados da Fundação Seade para projeção populacional e domicílios até 2050 (quinquenal)

Para a dimensão Meio Ambiente foram determinadas 22 variáveis (Quadro 3).

Quadro 3 - Dimensão Meio Ambiente

Nº	Área	Subárea	Tipo	Descrição	Fonte	Período disponível
1	Meio Ambiente	Recursos Hídricos	Indicador do autor	Disponibilidade Hídrica (CRH) em relação à Q95%; cálculo do autor a partir das outorgas e das vazões regionalização do DAEE/CRHi	AUTOR*; DAEE CRHi	2013 - 2021
2	Meio Ambiente	Território e Usos	Variável	Evolução de área: total (município)	Map Biomas	2000 - 2020
3	Meio Ambiente	Território e Usos	Variável	Evolução de área: Formação Florestal (FLORESTA)	Map Biomas	2000 - 2020
4	Meio Ambiente	Território e Usos	Variável	Formação savânica (FLORESTA)	Map Biomas	2000 - 2020
5	Meio Ambiente	Poluição	Variável	Emissão de Gases Efeito Estufa	Observatório do Clima	2013-2019
6	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	ES005 - Volume de esgotos coletado	SNIS	1995 - 2020
7	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	ES006 - Volume de esgotos tratado	SNIS	1995 - 2020
8	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	ES013 - Volume de esgotos bruto importado	SNIS	1995 - 2020
9	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	ES014 - Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador	SNIS	1995 - 2020
10	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	ES015 - Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador	SNIS	1995 - 2020

11	Meio Ambiente	Saneamento	Índice	IN015_AE - Índice de coleta de esgoto	SNIS	1995 - 2020
12	Meio Ambiente	Saneamento	Índice	IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto	SNIS	1995 - 2020
13	Meio Ambiente	Saneamento	Índice	IN049_AE - Índice de perdas na distribuição	SNIS	1995 - 2020
14	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	CS009 - Quantidade total de materiais recicláveis recuperados	SNIS	2007 - 2020
15	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	AG006 - Volume de água produzido	SNIS	2007 - 2020
16	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	AG010 - Volume de água consumido	SNIS	2007 - 2020
17	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	AG018 - Volume de água tratada importado	SNIS	2007 - 2020
18	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	AG019 - Volume de água tratada exportado	SNIS	2007 - 2020
19	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	AG024 - Volume de serviço (atividades operacionais e especiais)	SNIS	2007 - 2020
20	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	CO116 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público	SNIS	2007 - 2020
21	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	CO117 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados	SNIS	2007 - 2020
22	Meio Ambiente	Saneamento	Variável	CO142 - Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores	SNIS	2007 - 2020

Fonte: autoria própria

Por fim, para a dimensão Econômica foram determinadas 3 variáveis (Quadro 4).

Quadro 4 - Dimensão Econômica

Nº	Área	Subárea	Tipo	Descrição	Fonte	Período disponível
1	Economia	PIB	Variável original corrente, calculada constante pelo autor	PIB (valor adicionado total) da RMS e seus municípios, em valores correntes e constantes pelo IPCA (*) cálculo Flaviano c/ dados IBGE	AUTOR*; IBGE	2002-2019
2	Economia	Empresas, Emprego e salários	Variável	Dados do nº de empresas (unidades locais), pessoal ocupado e remunerações por CNAE de todos municípios e agregado da RMS	IBGE	2006-2019
3	Economia	Gestão Municipal	Índice	Dados IEG-M do TCE-SP quanto o índice de desempenho na gestão da saúde (I-saúde) de todos os municípios da RMS	TCE-SP	2014-2020

Fonte: autoria própria

4.4 CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DOS INDICADORES E ÍNDICES

4.4.1 Elaboração do Índice de Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba

Para a elaboração do ISE é fundamental que ele atenda os critérios de relevância para os processos de diagnóstico, elaboração de políticas públicas e de monitoramento. Também precisa ser um índice robusto, compacto, atualizável anualmente que possa relevar as principais carências nas áreas ambiental e socioeconômica e possibilitar ações efetivas.

Na elaboração do ISE da RMS serão empregadas as fórmulas de normalização de acordo com Sepúlveda (2005), as quais também são utilizadas tanto do IDH-M como pelo IDSC. Neste sentido, importante explicar que referida normalização leva em consideração se os indicadores apresentam relação positiva (quanto maior, melhor). Neste caso a fórmula é a seguinte:

$$f(x) = \frac{x-m}{M-m} \quad (1)$$

Para a situação em que os indicadores tenham relação inversa, como do tipo quanto menor, melhor, ela é:

$$f(x) = \frac{x-M}{m-M} \quad (2)$$

Sendo:

(x) é o valor de cada variável ou indicador relativo à unidade analisada em um respectivo período

(m) é o valor mínimo de cada variável em um respectivo período

(M) é o valor máximo de cada variável em um respectivo período

Quando se tratar de indicadores relativos à renda, como PIB, será aplicado o logaritmo⁶ dos valores de forma que, como anteriormente mencionado, aproxima os

⁶ Vide aplicação do logaritmo na fórmula nº 25, do **IPIBn**.

maiores valores de renda per capita dos menores e, com isso, reduz a desigualdade de renda existente.

Com a devida cautela Sepúlveda (2005) alerta que podem ocorrer complicações, pois certos indicadores não são comparáveis com os de outras unidades de análise, como unidades monetárias (PIB em dólares ou reais). Neste caso recomenda-se especificar os indicadores em termos percentuais, ou em valores monetários constantes e em valores ou quantidades per capita.

Um fator fundamental e bastante complexo é a definição da escala de enquadramento do desempenho do ISE de cada município da RMS. Neste sentido, como as variáveis/indicadores selecionados são bastante específicas e, também, como se trata de uma análise inter elementos (entre os municípios) da RMS, será aplicado também a medida de desigualdade (entropia) de Theil “L”.

Para mero efeito de comparação, foram elaboradas as Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente, com os intervalos de classificação do IDH-M e do IDSC.

Tabela 1 – Intervalo de desempenho do IDH-M

Desempenho	Intervalo Índice
Muito Baixo	0,00 a 0,499
Baixo	0,50 a 0,599
Médio	0,60 a 0,699
Alto	0,70 a 0,799
Muito Alto	0,80 a 1,000

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2017)

Tabela 2 – Intervalo de desempenho do IDSC para cada uma dos 17 ODS

Desempenho	Intervalo Índice (*)
Vermelho	0
Laranja	1
Amarelo	2
Verde	3

Fonte: IDSC-BR (2022)

(*) Para todos os indicadores, cada intervalo é linearmente contínuo, mas a escala inteira não é linear entre os intervalos. Para cada indicador existe um valor alvo estabelecendo os respectivos limiares.

Tabela 3 – Intervalo de desempenho do IDSC Geral do Município

Desempenho	Intervalo Índice (*)	Cor Legenda
Muito baixo	00 a 39,99	Vermelho
Baixo	40 a 49,99	Laranja
Médio	50 a 59,99	Amarelo
Alto	60 a 79,99	Verde
Muito alto	80 a 100,0	Verde “escuro”

Fonte: IDSC-BR (2022)

Ainda que a metodologia de cálculo do ISE guarde semelhança ao IDH-M ou ao IDSC, as variáveis selecionadas são bastante distintas, bem como os intervalos de desempenho (situações de muito crítica a ideal) propondo-se a seguinte escala de classificação quanto ao desempenho do ISE conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Intervalo de desempenho proposto no ISE

Desempenho	Intervalo Índice	Cor da Legenda
Situação muito crítica	0,00 a 0,299	Vermelho
Situação crítica	0,30 a 0,449	Laranja
Situação de alerta	0,45 a 0,649	Amarelo
Situação boa	0,65 a 0,899	Azul
Situação ideal	0,90 a 1,000	Verde

Fonte: autoria própria

O intervalo dos índices que constam na Tabela 4 foram definidos pelas margens de 0,00% de até 29,2% em relação ao índice de desempenho máximo (1,0), considerado como muito crítico; de 30% a 44,9% como crítico; de 45% a 64,9% como alerta; de 65% a 89,9% como uma boa situação e, por fim, acima de 90% do máximo (1,0), como a situação ideal. Ou seja, é o percentual de desempenho quanto ao máximo do parâmetro para cada uma das variáveis.

O conjunto de 32 tipologias de variáveis (indicadores e índices) apresentados especificamente no Quadros nº 2, 3 e 4 são todos necessários para se chegar ao cálculo do ISE que contemplará apenas 12 indicadores, sendo 6 na dimensão ambiental e outros 6 para a dimensão socioeconômica, evitando atribuição de pesos, mas, ao mesmo tempo, procurar-se-á garantir robustez, qualidade e alta relevância entre tantas prioridades temáticas como os ODS para se evitar um rol muito grande

de variáveis pois, quanto menor o número de indicadores, mais são realçados o desempenho e o peso relativo de cada indicador. Assim, a classificação acima de 0,65 conforme a Tabela 4 já pode ser considerado um bom desempenho no ISE ou em cada indicador isoladamente.

Na área ambiental, a RMS tem sofrido intensamente com a crise hídrica, que tende se agravar com as mudanças climáticas; além disso, o crescimento populacional ou do uso rural e econômico do território, dentre outros, tem aumentado o consumo. Como exemplo dessa criticidade Sorocaba⁸, a principal cidade da RMS, tem um consumo médio por pessoa de 187 litros por dia, muito superior à média do país (155 litros) e ao preconizado pela OMS, de 110 litros por dia por pessoa.

Ao mesmo tempo, a RMS possui um índice de perdas de água tratada nos sistemas de distribuição bastante elevado, em patamares superiores a 30%, 40% por município e, agora com o ISE, será possível também analisar o agregado e avaliar a evolução desse indicador para toda a RMS.

Como visto acima, são exemplos da pertinência, importância e relevância das variáveis do ISE que composto pelos indicadores selecionados conforme o Quadro 5 a seguir, inclusive, contemplando a periodicidade de sua divulgação, sendo que o índice será calculado para os anos de 2013 a 2019 (7 anos) devido a disponibilidade plena dos dados, permitindo compreender sua evolução. Com essa linha temporal, doravante, em todos os anos o ISE poderá ser atualizado logo que liberado o indicador do PIB municipal, cuja divulgação mais recente foi para o ano base de 2019. Da mesma forma a estimativa de emissões de gases efeito estufa e da variação de empregos.

Quadro 5 – Indicadores selecionados para composição do ISE da RMS

Indicador (Área)	Fórmula	Perio- dicidade (*)	Nº Fórmula
IAMB – Subíndice Ambiental			
IDHpc - Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (Recursos Hídricos)	$\frac{\text{Vazão } Q_{95\%} \text{ (m}^3\text{/ano)}}{\text{População Total}}$	Anual, 2021	(3)

⁸ <https://www.saaesorocaba.com.br/saae-sorocaba-lanca-calculadora-virtual-para-avaliacao-e-controle-do-consumo-residencial-de-agua-pela-populacao/>

ICV - Índice % de Cobertura do território de Florestas Naturais (Vegetação)	Florestas naturais e savânicas (hectares) ----- Área total (hectares)	Anual, 2021	(4)
IGEE - Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (Poluição)	Emissões totais GEE (ton/ano) ----- População Total	Anual, 2019	(5)
IPAG - Índice % de Perdas de água (geral) (Recursos Hídricos)	Vol. Água produzido + Vol. Água tratada importada - Vol. Água consumido - Vol. Serviço (1.000 m³/ano) ----- Vol. Água produzido + Vol. Água tratada importada - Vol. Serviços (1.000 m³/ano)	Anual, 2020	(6)
ICTE - Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto (Saneamento)	$\left[\frac{\text{Vol. de esgotos coletado}}{\text{Vol. de água consumido} - \text{Vol. de água tratada exportado}} (1.000 \text{ m}^3/\text{ano}) \right] \times \left[\frac{\text{Vol. de esgotos tratado} + \text{Vol. de esgoto importado tratado nas instalações do importador} + \text{Vol. de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador}}{\text{Vol. de esgotos coletado} + \text{Vol. de esgotos bruto importado}} (1.000 \text{ m}^3/\text{ano}) \right]$	Anual, 2020	(7)
ICS - Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da massa coletada (Saneamento)	Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (ton./ano) ----- Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público + Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados + Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores + Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (ton./ano) RDO: resíduos sólidos domiciliares RPU – resíduos volumosos e os de limpeza urbana	Anual, 2021	(8)
ISEC – Subíndice Socioeconômico			
IDBF - Índice % de Domicílios beneficiários do Programa Bolsa Família (Vulnerabilidade Social)	Número de famílias beneficiadas no Programa Bolsa Família ----- Total de domicílios permanentes	Trimestre, 2021	(9)
IDEB1 - Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental (rede pública municipal)	Resultado do IDEB (anos iniciais do fundamental) ----- Meta do Ideb (anos iniciais do fundamental)	Bianual, 2019	(10)

(Educação Municipal)	Obs.: há casos de oferta prioritária dos municípios suprida total ou parcialmente pelo Estado. Neste caso os dados foram aproveitados, sem duplicidade		
IDEB2 - Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos finais do ensino fundamental (rede pública estadual) (Educação Estadual)	Resultado do IDEB (anos finais do fundamental) ----- Meta do Ideb (anos finais do fundamental) Obs.: há casos de municípios com oferta prioritária do Estado supridas total ou parcialmente pelos municípios. Neste caso os dados foram aproveitados, sem duplicidade	Bianual, 2019	(11)
ISAU - Índice de Desempenho no Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP (Saúde)	Avaliação do TCE quanto à efetividade na Gestão da Saúde por município, com conversão das menções “C” (baixo nível de adequação, < 49,99%), “C+”, “B”, “B+” e “A” (alta efetividade, acima 90%), respectivamente pelas notas: 4, 6, 8, 9 e 10; a nota do agregado da RMS foi a média das notas dos 27 municípios	Anual, 2021	(12)
IPIB - Índice do PIB per capita (Renda)	Valor do PIB (em mil R\$, IPCA 2019 = 100) ----- População Total	Anual, 2019	(13)
IOCUP - Índice % do pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos (Trabalho)	Pessoal Ocupado ----- População Total de 15 a 64 anos	Anual, 2019	(14)

Fonte: autoria própria

(*) Ano base última divulgação

Ainda em relação ao Quadro 5, as justificativas técnicas e fundamentos para o estabelecimento dos parâmetros mínimo e máximo a serem aplicados aos 12 indicadores que irão gerar os índices e subíndices ambiental (Iamb) e socioeconômico (Isec) do ISEC encontram-se detalhados na próxima subseção.

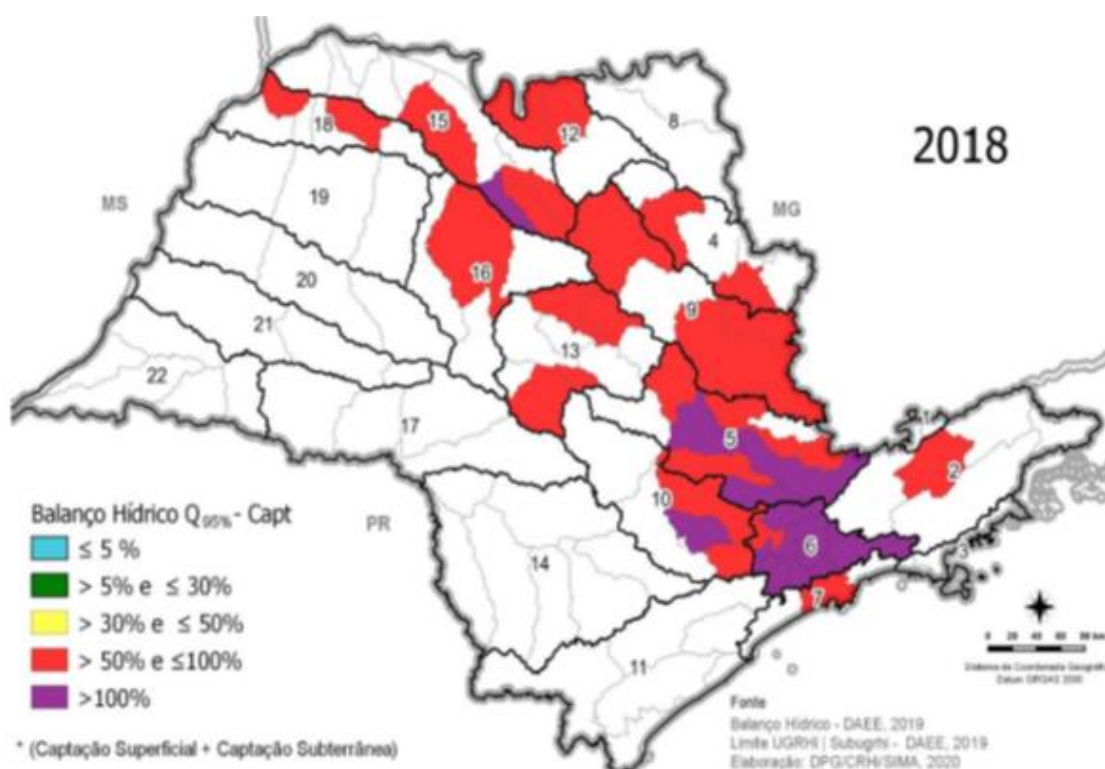
4.4.1.1 Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDH_{pc})

O Relatório Final⁹ - Volume 1 - Diagnóstico Síntese - Tomo I - Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos (2020, p. 99) relativo à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 a 2023 (PERH-SP, 2020) aponta na seção do

⁹ <https://drive.google.com/file/d/1CMuE8ATIJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view>

Balanço Hídrico estadual e por bacias (UGRHs) que, além das mudanças climáticas de crise hídrica, muitos dos municípios da RMS (muitos inseridos na UGRHI-10) estão numa área de muito baixa disponibilidade quando do balanço hídrico de captação (superficial e subterrânea) medida à vazão $Q_{95\%}$ ¹⁰, ou seja em situação crítica, conforme evidenciado na Figura 2.

Figura 2 - Balanço Hídrico: Vazão Captação* / $Q_{95\%}$



Fonte: PERH-SP 2020-2023 -Relatório Final – Diagnóstico Síntese (2023)

Para a padronização dos limites mínimo (m) e máximo (M) do IDHpc foram obtidos os parâmetros do referido PERH-SP (2020, p. 70), sendo o parâmetro mínimo o coeficiente de 0,85 (para margem de segurança) aplicado para limite mínimo de 1.500 m³/ano per capita (considerado o valor a partir do qual abaixo dela o município é considerado como crítico quanto à disponibilidade hídrica segundo o PERH-SP(2020) e, como parâmetro máximo (ideal), a disponibilidade hídrica anual per capita

¹⁰ $Q_{95\%}$ representa a vazão disponível em 95% do tempo na bacia, ou seja, se uma bacia possui a vazão do $Q_{95\%}$ igual a 100 m³/s significa que, no período de um ano, apenas 20 dias (5% do ano) teriam vazão inferior a este valor. Vale lembrar que representa a vazão "natural" (sem interferências) das bacias. Fonte CRHi 2011: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7292/fichas-explicativas-280911.pdf>

por habitante também preconizada no referido plano sendo igual ou superior a 2.500 m³/ano per capita medida pela vazão Q_{95%}.

Assim, tem-se a seguinte fórmula para composição do índice ajustado (padronizado) que, quanto mais próximo de 1,0 (um) melhor:

$$IDH_{pcn} = \frac{xi-m}{M-m} \quad (15)$$

Sendo:

IDH_{pcn}: índice de disponibilidade hídrica (m³/ano) per capita ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo);

n: ano 2013 a 2019;

xi: indicador disponibilidade hídrica (m³/ano) per capita por município (i), bem como o percentual total da RMS, que será a soma do indicador de todos os 27 municípios. Para o cálculo anual do indicador anual por município foi utilizada a disponibilidade hídrica por município (CRHI, 2019) em m³/s, multiplicado por 31.536.000 para conversão em m³ por ano, dividido pela população total do município (ou da região metropolitana) do respectivo ano.

m: valor mínimo 1.275 m³/ano (1.500 x 0,85)

M: valor máximo 2.500 m³/ano

Fonte de dados:

- Relatório Final - Volume 1 - Diagnóstico Síntese - Tomo I - Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos (2020) relativo à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 a 2023 (PERH-SP, 2020):

<https://drive.google.com/file/d/1CMuE8ATlJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view>

- Banco do Indicadores do CRHI (2022)

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1byHELLI_yeESRiPZdtZqG3bvIcl4Raa7/edit?usp=share_link&ouid=105108757355030215517&rtpof=true&sd=true

4.4.1.2 Índice % de Cobertura do Território de Florestas Naturais (ICV)

O ODS nº 15 cuida da vida terrestre e abrange uma meta das mais importantes, com enormes impactos positivos das quais a meta 15.1.1 - Área florestal como proporção da área total do território tem enorme importância.

Para a padronização dos limites mínimo (m) e máximo (M) do **ICV** foram obtidos os resultados consolidados do Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 2020.

Neste sentido, foi apurado que a média estadual de cobertura vegetal é de 22,9% (0,229), considerada baixa. Assim, optou-se por aplicar um multiplicador discricionário de 1,5 vezes da referida média estadual para compor um referencial mais elevado, de 34,5%, muito próximo do desempenho dos municípios pertencentes à Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (URGHI) do Alto Tietê, que é 36% e considerada uma boa classe de cobertura vegetal pelo inventário (4ª classe dentre 5). Quanto ao limite mínimo (m), será adotado o percentual de 10% (0,10), indicado no citado Inventário Florestal como o percentual em que, abaixo dele, são apontadas as situações de maior criticidade. Assim, tem-se a seguinte fórmula para composição do índice ajustado (padronizado) que, quanto mais próximo de 1,0 (um) melhor:

$$ICVn = \frac{xi-m}{M-m} \quad (16)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

ICVn: índice de cobertura vegetal ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: percentual anual da cobertura vegetal por município (i), bem como o percentual total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios. Para o cálculo anual do índice percentual da cobertura vegetal anual será dividida a área da cobertura vegetal do município calculada pelo MAPBiomas pela área total do município (bem como para o valor total da RMS)

m: valor mínimo de 0,10 (limite mínimo, sendo que abaixo dele estão os municípios considerados pelo Inventário como mais críticos em cobertura vegetal no estado de São Paulo em 2020)

M: valor máximo (ideal) de 0,3425 (limite máximo calculado pela média estadual de 0,229 no inventário paulista x 1,5)

Fonte de dados:

- MAPBiomias:

https://mapbiomas.org/statistics?cama_set_language=pt-BR

- Inventário Florestal do estado de São Paulo 2020:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf>

<http://201.55.44.220/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B9A45FE3D-C444-4E8D-AE3B-8037D38EF4B3%7D>

4.4.1.3 Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (IGEE)

A emissão de gases efeito estufa (GEE) está entre as maiores preocupações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Tanto que, em 2018, foi apresentado um Relatório Especial¹¹ sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito estufa de acordo com uma decisão na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para adoção do Acordo de Paris.”

Conforme referido relatório,

“os modelos climáticos projetam diferenças robustas nas características climáticas regionais entre os dias atuais e o aquecimento global de 1,5°C, e entre 1,5°C e 2°C. Essas diferenças incluem aumentos: em temperatura média na maioria das regiões terrestres e oceânicas (alta confiança), nos extremos de calor na maioria das regiões habitadas (alta confiança), na ocorrência de chuva intensa em diversas regiões (confiança média) e na probabilidade de seca e déficits de chuva em algumas regiões (confiança média).” (IPCC, 2018)

Referida meta de redução de GEE também consta da ODS nº 11 que pretende tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Em especial se destaca a meta 11.6.2 - Nível médio anual de partículas inaláveis nas cidades.

¹¹ <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>

Os dados mais confiáveis de estimativas de emissões de GEE estão disponíveis na plataforma “Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa - SEEG (2022)¹²”. Referida plataforma considera todos os gases de efeito estufa (GEE) como aqueles:

contidos no inventário nacional como CO₂, CH₄, N₂O e os HFCs e os dados são apresentados também em carbono equivalente (CO₂e), tanto na métrica GWP (potencial de aquecimento global) como GTP (potencial de mudança de temperatura global) e segundo os fatores de conversão estabelecidos no 2o, 4o e 5o relatório do IPCC (AR2, AR4 e AR5). [...] São avaliados todos os cinco setores que são fontes de emissões – Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Resíduos (SEEG, 2022).

Para calcular o índice de Emissão de Gases Efeito Estufa (GEE) per capita foi considerado como parâmetro mínimo (ideal), a meta do IPCC para 2100¹³ de 1,0 tonelada de GEE per capita e, como parâmetro máximo (não ideal) o coeficiente de 4,0 toneladas de GEE per capita (calculado em 40% da média brasileira em 2019 de 10 toneladas per capita, que é próxima da média da RMS de 4,4 toneladas per capita). Este índice tem como característico quanto menor, melhor:

$$IGEE_n = \frac{xi - M}{m - M} \quad (17)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IGEE_n: índice de emissão de GEE per capita ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios, também per capita. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: total anual de emissões de GEE per capita (em toneladas) por município (i), bem como o total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios, também per capita. Para o cálculo do índice, o total anual (em toneladas) de emissões de GEE

¹² <https://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg>

¹³ <https://seeg.eco.br/contexto#>

por município fornecida pela plataforma do SSEG será dividida pela população (bem como para o valor total da RMS)

m: valor mínimo (ideal) de 1,0 tonelada per capita (meta IPCC)

M: valor máximo (não ideal) de 4,0 (40% da média brasileira)

Fonte de dados:

- SSEG

https://seeg-br.s3.amazonaws.com/downloads/tabelao-setores-SEEG-Municipios-2_0-GWP-AR5-FINAL-SITE.xlsx

4.4.1.4 Índice % de Perdas de Água (IPAG)

O relatório do PERH-SP (pg. 110 a 113) aponta que o índice de perdas na UGRHI 10 (Sorocaba Médio Tietê) está na faixa de 37,4% (em 2017), portanto, acima da média estadual (35,3%) e no penúltimo patamar de classificação de perdas pois, acima de 40% é considerado um patamar muito crítico. Importante alertar que o recorte geográfico da UGRHI-10 é diferente e maior do que o da RMS onde se calculou o índice de perdas no ano de 2019 em 39,17% e, consequentemente crítico, cuja maioria dos municípios da RMS está inserida na referida UGRHI.

Assim, em relação ao cálculo do Índice Percentual (%) de Perdas de Água (IPAG) e com base nos parâmetros do PERH-SP foi considerado como parâmetro mínimo (neste caso ideal), a meta de 5% de perdas e, como parâmetro máximo (não ideal) 40% de perdas dentre os 27 municípios da RMS. Este índice tem como característica quanto menor, melhor.

$$IPAG_n = \frac{x_i - M}{m - M} \quad (18)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IPAG_n: índice percentual de perdas de água por município (*i*) em cada ano “*n*” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma das variáveis do SNIS que compõem o índice de todos os 27 municípios. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não

comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

Para calcular o índice de perdas da RMS foi considerada a seguinte fórmula do SNIS a partir da soma da variável de todas as 27 cidades: (Volume água produzido + volume de água tratada importada – volume de água consumido – volume de serviço) / (Volume de água produzido + volume de água tratada importada – volume de serviços)
 x_i : índice percentual de perdas de água por município (i), bem como o índice total da RMS, que será a soma das variáveis do SNIS que compõem o índice de todos os 27 municípios. O índice de perdas de água por município é disponibilizado pelo SNIS com base na fórmula acima, empregada para calcular o índice da RMS

m : valor mínimo (ideal) de 0,05

M : valor máximo (não ideal) de 0,40

Fonte de dados:

- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

- Relatório Final - Volume 1 - Diagnóstico Síntese - Tomo I - Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos (2020) relativo à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 a 2023 (PERH-SP):

<https://drive.google.com/file/d/1CMuE8ATlJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view>

4.4.1.5 Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE)

Outro importante indicador ambiental se refere ao cálculo do Índice Percentual (%) de Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE).

O novo marco legal do saneamento (Lei 14.026/2020) estipulou as metas prioritárias nos contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico de acordo com o Art. 11-B, quais sejam:

...” que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento” ...

No caso da RMS, o índice de 99% da população com água potável está praticamente atendido, mas o percentual de 90% de coleta e tratamento (índices conjuntos e ponderados) ainda carecem de razoável esforço e investimento, o que

requer monitoramento pleno. Dados calculados para a RMS nesta pesquisa apontam que, em 2019, o percentual de coleta de esgoto alcançou 82,1% e o percentual de tratamento do esgoto coletado chegou a 94,3%, o que representa um percentual conjunto 77,37% de coleta e tratamento de esgoto.

Diante desses parâmetros e dos indicadores de alguns municípios que ainda em 2019 não tinha qualquer percentual atendido, ou em patamares de 30%, foi considerado como parâmetro mínimo o coeficiente de 25% (considerado o valor a partir do qual, abaixo dele, o município é considerado como muito crítico para o perfil da RMS) e, como parâmetro máximo (ideal), o percentual de 90% de Coleta e Tratamento de Esgoto definida como meta pelo novo Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020, Art. 11-B).

Referidos parâmetros estão adequados ao PERH-SP (2020, p118), que abaixo de 50% de coleta ou tratamento de esgoto é classificado como ruim. Assim, tem-se a seguinte fórmula para composição do índice ajustado (padronizado) que, quanto mais próximo de 1,0 (um) melhor:

$$ICTEn = \frac{xi-m}{M-m} \quad (19)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

ICTEn: Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do SNIS. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do SNIS. Para o cálculo anual do indicador anual por município foi multiplicado o percentual de coleta de esgoto pelo percentual de tratamento do esgoto coletado.

m: valor mínimo 0,25 (patamar muito crítico para o perfil da RMS)

M: valor máximo 0,90 (meta do Marco Legal do Saneamento)

Fonte de dados:

- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

- Relatório Final - Volume 1 - Diagnóstico Síntese - Tomo I - Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos (2020) relativo à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 a 2023 (PERH-SP):

<https://drive.google.com/file/d/1CMuE8ATlJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view>

4.4.1.6 Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da massa coletada (ICS)

Com relação à coleta seletiva, diante do recente Decreto nº 11.043 de 13 de abril de 2022 que aprovou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), a meta definida até 2040 é reciclar o equivalente a 48,1% de todo o resíduo sólido coletado no Brasil. Assim, a meta nº 4 do anexo do referido Decreto nº 11.032/2022 regulamenta o Art. 15 da Lei Federal nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Se refere, portanto, uma política de estado que precisa ser atendida.

Referida meta de 48,1% é bastante desafiadora, necessária, e exigirá grandes esforços e investimentos. No caso da RMS, a partir dos dados do SNIS, somente 3,2% dos resíduos sólidos no ano de 2019 eram reciclados ensejando a elaboração de uma política metropolitana bastante consistente.

Diante da norma, tem-se a seguinte fórmula para composição do índice ajustado (padronizado) que, quanto mais próximo de 1,0 (um) melhor:

$$ICS_n = \frac{xi-m}{M-m} \quad (20)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

ICS_n : Índice % de Coleta Seletiva ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do SNIS. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de Coleta Seletiva por município (*i*) em cada ano “*n*” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do SNIS. Para o cálculo do indicador anual por município (e do total da RMS) foi dividida a coleta seletiva (em toneladas) pelo total de Massa Coletada de resíduos domiciliares (RDO), resíduos públicos (RPU) e da própria coleta seletiva (CS), em toneladas

m: valor mínimo 0,01 (patamar muito crítico para o perfil da RMS)

M: valor máximo 0,481 (meta do Planares)

Fonte de dados:

- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

- Plano Nacional de Resíduos Sólidos

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11043.htm

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/Anexo/and11043.pdf

4.4.1.7 Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF)

A redução da pobreza e das desigualdades é essencial, sendo um objetivo disposto no inciso III do Art. 3º da Constituição brasileira erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais. Também integra a o ODS nº 1 – Erradicação da Pobreza. A divulgação de dados governamentais é realizada por número de famílias, seja no Programa Bolsa Família (PBF) ou Cadastro Único ou, ainda, quanto aos demais benefícios sociais.

A escolha para a construção desse índice relaciona o número de famílias no PBF que são as mais vulneráveis, por município e no agregado da RMS, e relaciona com o número de domicílios divulgado anualmente pelo Seade. A medida em que há redução de famílias no PBF, por acesso ao emprego e renda, diretamente estará ocorrendo a redução da pobreza e de pessoas inseridas, por exemplo, no Cadastro Único. Contudo, esses índices na RMS vêm crescendo e muito possivelmente deverão aumentar devido os impactos da pandemia; assim, precisam ser monitorados e conhecidos pela sociedade e o IDBF preenche essa lacuna de informações.

Assim, para calcular o indicador relativo ao Índice % de Domicílios beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF), diante da falta de um parâmetro, seja legal ou técnico, considerou-se avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro

mínimo (ideal) 50% do município com o menor percentual de famílias no PBF e, como parâmetro máximo (não ideal) o coeficiente de 101%¹⁴ do município com o maior percentual de famílias no PBF. Este índice tem como característico quanto menor, melhor.

$$IDBF_n = \frac{xi-M}{m-M} \quad (21)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IDBF_n: Índice % de Domicílios beneficiários do Programa Bolsa Família por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma das variáveis que compõem o índice de todos os 27 municípios. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de Domicílios beneficiários do Programa Bolsa Família por município (i), bem como o índice total da RMS, que será a soma das variáveis que compõem o índice de todos os 27 municípios. Para calcular o percentual de domicílios divide-se o nº de famílias beneficiadas pelo programa Bolsa Família extraída da plataforma CECAD 2.0 (Consulta, Seleção e Extração de Informações do CadÚnico) do Ministério da Cidadania pelo número de domicílios fornecido pela Fundação Seade.

m: valor mínimo (ideal) multiplicação do coeficiente 0,5 pelo resultado do município com menor proporção de famílias cadastradas no programa Bolsa Família.

M: valor máximo (não ideal) multiplicação do coeficiente 1,01 pelo resultado do município com maior proporção de famílias cadastradas no programa Bolsa Família

Fonte de dados:

- Número de famílias cadastradas no Programa Bolsa Família

https://cecad.cidadania.gov.br/agregado/resumovariavelCecad.php?uf_ibge=35&nome_esta_do=&p_ibge=&nome_municipio=Selecione+um+munic%C3%ADpio&id=79

- Total de domicílios permanentes urbanos e rurais por município

<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>

¹⁴ Para permitir a melhor distribuição interna possível dos índices.

4.4.1.8 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal (IDEB1)

O inciso VII do Art. 206 da constituição federal estabelece como princípio que haverá garantia de padrão de qualidade do ensino. Além de ser objetivo essencial a qualidade da educação (ODS nº 4 – educação de qualidade), observa-se, na RMS, uma queda do desempenho no atingimento das metas do IDEB (último de 2019) o que deve se agravar e permanecer por um tempo significativo devido à pandemia de Covid-19. Assim, foi estabelecida a separação do IDEB dos anos iniciais (pois se trata de oferta prioritária dos municípios ainda que com complementariedade do governo Estadual) em relação aos anos finais (pois de oferta praticamente realizada pelo governo estadual), não sendo adequado propor um índice único. Na RMS o IDEB estadual (anos finais) não tem conseguido superar a meta e o IDEB municipal (anos iniciais) tem atingido a meta, mas diminuindo sua intensidade de atingimento ou superação. Requer, portanto, máxima atenção e monitoramento.

Para calcular o indicador do Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IDEB1) propõem-se considerar avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro mínimo 75% do desempenho do município com o menor percentual de atingimento da meta IDEB e, como parâmetro máximo (ideal) o coeficiente de 1,01 ou seja, atingir 101% da meta do IDEB - anos iniciais, mantendo as expectativas de superação da meta. Este índice tem como característica quanto maior, melhor.

Importante ressaltar que o IDEB é aplicado a cada dois anos e o último resultado disponível é ainda de 2019, antes da pandemia. Para efeito do cálculo do indicador, os anos anteriores de 2017, 2015 e 2013 foram duplicados respectivamente para 2018, 2016 e 2014 de forma a compor a série histórica entre 2013 e 2019.

$$IDEB1n = \frac{xi-m}{M-m} \quad (22)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IDEB1n: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal -, ajustado por município (i) em cada ano “n”

(2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do IDEB municipal fornecida pela Fundação Seade. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal - por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir do IDEB municipal fornecida pela Fundação Seade.

m: valor mínimo será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,75 pelo desempenho do município com menor IDEB da RMS

M: valor máximo será o resultado da multiplicação do coeficiente 1,01 pelo desempenho do município com maior IDEB da RMS

Fonte de dados:

- Fundação Seade

<https://municipios.seade.gov.br/educacao/>

4.4.1.9 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos finais do ensino fundamental - rede pública estadual (IDEB2)

Como mencionado anteriormente, além de ser objetivo essencial a qualidade da educação garantida pela Constituição Federal e pela ODS nº 4 – educação de qualidade, observa-se na RMS uma queda do desempenho no atingimento das metas do IDEB (último de 2019) o que pode se agravar e permanecer por um tempo significativo devido à pandemia de Covid-19 e seus impactos. Na RMS o IDEB estadual (anos finais) não tem conseguido superar a meta (ainda antes da pandemia), sendo fator bastante crítico que requer máxima atenção, monitoramento e elaboração de políticas públicas mais assertivas.

Para o cálculo do indicador do Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2) propõem-se considerar avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro mínimo 75% do desempenho do município com o menor percentual de atingimento da meta IDEB e, como parâmetro máximo (ideal) o coeficiente de 1,01 ou seja, atingir 101% da meta do IDEB - anos finais. Este índice tem como característica quanto maior, melhor.

Importante ressaltar que o IDEB é aplicado a cada dois anos e o último resultado é de 2019, antes da pandemia. Para efeito do cálculo do indicador, os anos anteriores de 2017, 2015 e 2013 foram duplicados respectivamente para 2018, 2016 e 2014 de forma a compor a série histórica entre 2013 e 2019

$$IDEB2n = \frac{xi-m}{M-m} \quad (23)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IDEB2n: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal -, ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do IDEB municipal fornecida pela Fundação Seade. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental - rede pública municipal - por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir do IDEB municipal fornecida pela Fundação Seade.

m: valor mínimo será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,75 pelo desempenho do município com menor IDEB da RMS

M: valor máximo será o resultado da multiplicação do coeficiente 1,01 pelo desempenho do município com maior IDEB da RMS

Fonte de dados:

Fundação Seade

<https://municipios.seade.gov.br/educacao/>

4.4.1.10 Desempenho no Índice de Gestão da Saúde (i-saúde) do TCE-SP (ISAU)

A gestão da saúde é um dos pontos mais complexos de adequação de metas e consequente monitoramento sendo uma variável de suma importância para a sustentabilidade sendo selecionada como um importante índice para compor o ISE. O

índice proposto de gestão da saúde (ISAU) tem como base o indicador de desempenho no Índice de Gestão da Saúde (I-Saúde)¹⁵ elaborado pelo Tribunal de Contas do estado de São Paulo (TCE-SP); este, por sua vez, está atrelado ao I-EGM Índice de Efetividade da Gestão Municipal. O TCE-SP tem divulgado os microdados do I-saúde desde 2017, que é um “índice de monitoramento da gestão da saúde que contempla inúmeras variáveis, pois mede os resultados da área por meio de quesitos relacionados à Atenção Básica, às Esquipes de Saúde da Família, atuação dos Conselhos Municipais de Saúde, tratamentos, vacinação, dentre outros” (TCE-SP, 2022).

Para efeito da construção desse importante indicador, os dados de 2017 retroagiram igualmente até 2013, sendo que o índice do TCE-SP é divulgado por meio de letras (A, B+, B, C+ e C) representando faixas de resultado (cumprimento %) e de desempenho nos quesitos variando de 0 a 100%. Assim, foi adequada uma escala na forma da Tabela 5 para a construção do indicador e respectivo índice para compor o ISE.

Tabela 5 – Faixas de resultado do IEG-M-Saúde do TCE-SP e adequação ao ISE

Escala	TCE-SP	Avaliação	Descrição das faixas de resultado
10	A	Altamente efetiva	I-saúde com pelo menos 90% da nota máxima e, no mínimo, 5 índices com nota A
9	B+	Muito efetiva	I-saúde entre 75% e 89,9% da nota máxima
8	B	Efetiva	I-saúde entre 60% e 74,9% da nota máxima
6	C+	Em fase de adequação	I-saúde entre 50% e 59,9% da nota máxima
4	C	baixo nível de adequação	I-saúde menor ou igual a 49,9%

Fonte: autoria própria com dados do TCE-SP / I-EGM

Desta forma, propõem-se considerar avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro mínimo 95% do desempenho do município com o menor nota na escala e, como parâmetro máximo (ideal) atingir a menção 10. Este índice tem como característica quanto maior, melhor:

¹⁵

https://painel.tce.sp.gov.br/pentaho/api/repos/%3Apublic%3Aieg_m%3Aiegm.wcdf/generatedContent?userid=anony&password=zero

$$ISAUn = \frac{xi-m}{M-m} \quad (24)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

ISAUn: Índice % de desempenho no Índice de Gestão da Saúde (I-Saúde) do TCE-SP, ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir da base de dados do TCE-SP. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

xi: Índice % de desempenho no Índice de Gestão da Saúde (I-Saúde) do TCE-SP por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir do índice municipal fornecido pelo TCE-SP.

m: valor mínimo será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,95 pelo desempenho do município com menor I-Saúde da RMS

M: valor máximo será o resultado da multiplicação do coeficiente 1,0 pelo desempenho do município com maior I-Saúde da RMS

Fonte de dados:

- Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE-SP)
- IEG-M – índice de efetividade da Gestão Municipal – tema da Saúde (i-saúde)

https://painel.tce.sp.gov.br/pentaho/api/repos/%3Apublic%3Aieg_m%3Aiegm.wcdf/generatedContent?userid=anony&password=zero

4.4.1.11 Índice do PIB per capita (IPIB)

O cálculo do indicador de desempenho no PIB per capita (IPIB), atualizado em valores constantes pelo IPCA de 2019 é sempre muito importante na construção de índices que envolvam parâmetros econômicos, senão, um dos principais e mais utilizados pois evidenciam o dinamismo da economia.

Neste sentido, propõem-se considerar avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro mínimo 60% do desempenho do município com o menor PIB per capita na escala e, como parâmetro máximo (ideal) atingir 2 vezes o valor do PIB

per capita médio do grupo. Este índice tem como característica quanto maior, melhor. Referida decisão tem como base os municípios de Alumínio e Araçariguama, com os maiores PIBs per capita da RMS em função, respectivamente, das conhecidas indústrias de grande porte nacional, a Cia. Brasileira de Alumínio (CBA) e Grupo Gerdau, ao tempo em que suas populações são pequenas.

Além disso, como se tratar de um indicador relativos à renda, como o PIB, será aplicado o logaritmo dos valores de forma que se aproxime os maiores valores de renda (PIB) per capita dos menores e, com isso, ajusta-se a desigualdade de renda existente. Considerando que este índice tem como característica quanto maior, melhor, segue a equação:

$$IPIBn = \frac{LNxi - LNm}{LNM - LNm} \quad (25)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IPIBn: Índice do PIB per capita ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir dos dados fornecidos pelo IBGE. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

LNxi: Logaritmo natural do Índice do PIB per capita por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios

LNm: Logaritmo natural do valor mínimo - será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,60 pelo desempenho do município com menor PIB per capita da RMS em cada ano

LNM: Logaritmo natural valor máximo - será o resultado da multiplicação do coeficiente 2 pelo desempenho do município com maior PIB per capita da RMS em cada ano.

Fonte de dados:

- PIB municipal (IBGE) - Tabela 5938: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>
- População (SEADE): <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>

4.4.1.11.1 Método de cálculo de valores monetários constantes do PIBPC

O processo de conversão de valores correntes monetários (conhecidos como valores nominais ou preços correntes), com seu registro da época (períodos anteriores), em valores constantes (conhecidos como valores reais ou preços constantes), foi efetuada suprimindo-se o efeito da inflação (deflacionado) a partir da multiplicação dos percentuais anuais de inflação convertidos em números índices retroagindo do ano base de 2019 (2019 = 100) até o respectivo ano anterior pela variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), escolhido por ser o índice oficial da inflação brasileira¹⁶¹⁷ (Decreto nº 91.990/1985).

Tabela 6 – Número índice de conversão de valores correntes em valores constantes pelo IPCA entre 2000 e 2019

Ano	Inflação anual IPCA (IBGE)	Nº índice anual IPCA	nº índice acumulado (multiplicador) IPCA base 2019 = 100
2000	5,97%	1,0597	3,2104
2001	7,67%	1,0767	3,0296
2002	12,53%	1,1253	2,8137
2003	9,30%	1,0930	2,5004
2004	7,60%	1,0760	2,2877
2005	5,69%	1,0569	2,1261
2006	3,14%	1,0314	2,0116
2007	4,46%	1,0446	1,9504
2008	5,90%	1,0590	1,8671
2009	4,31%	1,0431	1,7631
2010	5,91%	1,0591	1,6902
2011	6,50%	1,0650	1,5959
2012	5,84%	1,0584	1,4985
2013	5,91%	1,0591	1,4158
2014	6,41%	1,0641	1,3368
2015	10,67%	1,1067	1,2563
2016	6,29%	1,0629	1,1352
2017	2,94%	1,0294	1,0680
2018	3,75%	1,0375	1,0375
2019	-	-	1,0000

Fonte: Autoria própria com dados do IBGE

¹⁶ <https://dados.gov.br/dataset/ia-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo-ipca>

¹⁷ <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>

Referido índice de inflação é medido entre os dias 1 e 30 de cada mês indicando a variação do custo de vida médio de famílias com renda mensal de 1 e 40 salários-mínimos, abrangendo, portanto, maior parcela da população brasileira. Para tanto, foi elaborada a Tabela 6 com a variação anual do IPCA, transformação em número índice acumulado que permite calcular o valor atualizado em valores constantes desde 2000 até 2019.

4.4.1.12 Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos (IOCUP)

O IOCUP tem relação direta e a intenção de demonstrar o dinamismo da economia no sentido de geração de emprego (e demais ocupações dentro das empresas privadas ou do setor público pesquisadas pelo IBGE), sendo uma alternativa local para mensurar o tema da empregabilidade, na medida em que o cálculo da taxa de desemprego é realizado somente nas capitais do Brasil.

Para efeito da construção do IOCUP são usados os dados do IBGE para a o pessoal ocupado e a relação entre o total da população de 15 a 64 anos.

Neste sentido, propõem-se considerar avaliar o próprio grupo de municípios tendo como parâmetro mínimo 90% do desempenho do município com o menor taxa de ocupação na escala e, como parâmetro máximo (ideal) também 90% do valor do município com maior taxa de ocupação, de forma a não comparar com extremos. Este índice tem como característica quanto maior, melhor.

$$IOCUP_n = \frac{xi-m}{M-m} \quad (26)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IOCUP_n: Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos ajustado por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios. Se o índice resultar em um número negativo, será fixado o ajuste em 0,01 (mínimo, evitando-se zero para não comprometer as multiplicações); se o índice for acima de 1,0, será fixado em 1,0 (máximo)

x_i : Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos por município (i) em cada ano “n” (2013 a 2019), bem como o índice total da RMS, que será a soma da variável de todos os 27 municípios a partir dos dados de pessoal ocupado do IBGE e da população estimada pela Fundação Seade.

m : valor mínimo será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,90 pelo desempenho do município com menor índice % da RMS

M : valor máximo será o resultado da multiplicação do coeficiente 0,90 pelo desempenho do município com maior índice % da RMS

Fonte de dados:

- Pessoal ocupado (IBGE) – Tabela 6450, <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6450>
- População 15 a 64 anos (SEADE), <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#!/tabelas>

4.4.2 Elaboração do Subíndice Ambiental (I_{amb})

O Subíndice Ambiental (I_{amb}) gerado será calculado entre os anos de 2013 a 2019 pela média simples dos 6 índices ambientais detalhados seus parâmetros e fórmulas nas alíneas “a” até “f” para cada município e para o agregado da RMS, sem qualquer atribuição diferenciada de peso entre eles.

Naturalmente, cada indicador tem um peso relativo de 16,67% no subíndice ambiental e 0,0833% no índice final (ISE)¹⁸. Portanto, um indicador de baixo desempenho tem capacidade de gerar um impacto significativo. A equação de cálculo é a seguinte:

$$IAMB_n = \frac{IDH_{pcn} + ICV_n + IGEE_n + IPAG_n + ICTE_n + ICS_n}{6} \quad (27)$$

6

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IDH_{pc}: Índice de Disponibilidade Hídrica per capita

ICV: Índice % de Cobertura do Território de Florestas Naturais

IGEE: Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita

IPAG: Índice % de Perdas de Água

¹⁸ Diferentemente de índices como IDH, IDSC, etc. que aplicam a média geométrica nos subíndices visando calcular o índice final os quais são construídos com dezenas de variáveis, considerando que foi definido um pequeno número de indicadores, houve melhor resultado aplicando-se a média simples. As simulações de média geométrica reduziam significativamente o resultado.

ICTE: Índice % de Coleta e Tratamento de Esgoto

ICS: Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada

4.4.3 Elaboração do Subíndice Socioeconômico (ISEC)

Da mesma forma que o IAMB, o Socioeconômico (Isec) gerado também será calculado entre os anos de 2013 a 2019 pela média simples dos 6 índices ambientais detalhados seus parâmetros e fórmulas nas alíneas “a” até “f” para cada município e para o agregado da RMS, sem qualquer atribuição diferenciada de peso entre eles conforme a seguinte equação:

$$ISEC_n = \frac{IDPF_n + IDEB1_n + IDEB2_n + ISAUn + IPIB_n + IOCUP_n}{6} \quad (28)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IDBF: Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família

IDEB1: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos iniciais do ensino fundamental rede pública municipal

IDEB2: Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para Anos finais do ensino fundamental rede pública estadual

ISAU: Desempenho no Índice de Gestão da Saúde (i-saúde) do TCE-SP

IPIB: Índice do PIB per capita IPIB

IOCUP: Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos

4.4.4 Elaboração do Índice de Sustentabilidade (ISE)

A equação final do ISE também será calculada para os anos de 2013 a 2019 pela média simples dos 2 subíndices IAMB e ISEC é descrita a seguir:

$$ISE_n = \frac{IAMB_n + ISEC_n}{2} \quad (29)$$

Sendo:

n: ano (2013 a 2019)

IAMB: Subíndice Ambiental

ISEC: Subíndice Socioeconômico

4.5 ANÁLISE MULTIVARIADA DE AGRUPAMENTO: CLUSTER ANALYSIS

A análise multivariada de cluster (ou de agrupamento/conglomerados), também conhecida como cluster analysis (ou análise de cluster), é uma técnica estatística de interdependência que tem por objetivo agrupar elementos, ou mesmo componentes, objetos ou locais a partir de características existentes, gerando elementos similares e homogêneos entre si em um grupo que, entretanto, se distinguem dos elementos de outros grupos (HAIR *et al.*, 2007).

Assim, para fins desta pesquisa serão utilizadas as técnicas de análise de agrupamento não-hierárquica pelo método k-médias e, também, a análise hierárquica pelo método de Ward. Com referidas técnicas será possível fundamentar o número de cluster e sua formação pela semelhança

De acordo com Fávero *et al.* (2017) é fundamental determinar o método de similaridade (parâmetro de distância) para se realizar a análise de agrupamento, o que se fará neste estudo pela distância euclidiana entre os municípios da RMS conforme a equação a seguir.

$$d(\underline{x}, \underline{y}) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2} \quad (30)$$

Onde:

$d(x,y)$: distância entre os elementos x e y;

Px_i : é o valor do indicador para o elemento x;

Py_i : é o valor do elemento para a observação y

Também será empregado o método do quadrado da distância euclidiana conforme a seguinte equação:

$$d(\underline{x}, \underline{y}) = \sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2 \quad (31)$$

Onde:

$d(x,y)$: distância entre os elementos x e y ;

Px_i : é o valor do indicador para o elemento x ;

Py_i : é o valor do elemento para a observação y

As análises de cluster serão feitas pelo programa “SPSS” software statistics versão 20. O tratamento das bases de dados será realizado com uso do Microsoft Access 2007-2016 de modo a tabular e converter conjunto de dados maiores que a capacidade do Microsoft Excel versão 2206; já a elaboração tabelas, gráficos e cálculos será realizada pelo referido programa Excel para exportação ao “SPSS”.

Especificamente quanto à análise de cluster serão rodados inicialmente o processo “não hierárquico” tipo K-médias com geração de tabela ANOVA – análise de variância, para checagem do teste “F” e significância (intervalo de confiança) e modelagem inicial de agrupamento, bem como o processo hierárquico com método de Ward que buscará uma solução de número de conglomerados.

Também será calculada a matriz de proximidade pelo quadrado da distância euclidiana, seguido pelo planejamento da aglomeração e respectivo dendrograma com o resultado do agrupamento proposto (cluster). Neste sentido, será necessária a padronização das variáveis pois medidas/escalas diferentes podem distorcer a estrutura do agrupamento. Isto ocorre porque, por exemplo, uma variável que venha a apresentar maior dispersão acabaria tendo um peso mais elevado no cálculo das medidas de distância. O próprio “SPSS” realiza essa padronização, atribuindo-se o mesmo peso a cada variável (FÁVERO *et al.* 2017, p.198),

Especificamente quanto ao método de Ward, de acordo Hair *et al.* (2005, apud Seidel, 2008), ele consiste em um procedimento de agrupamento hierárquico no qual a medida de similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos feita sobre todas as variáveis. Esse método tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a sua minimização de variação interna. Em cada estágio, combinam-se os dois agrupamentos que apresentarem menor aumento na soma global de quadrados dentro dos agrupamentos.

Ainda de acordo com Seidel (2008, apud Malhotra, 2006 & Kubrusly, 2001), o método de Ward tem se revelado um dos melhores, e mais usados, métodos hierárquicos de aglomeração.

Quanto aos dados, serão utilizados para a análise multivariada as 12 variáveis/indicadores que compõem o ISE, relativos somente ao ano de 2019, pois atualizados, para cada uma das 27 cidades da RMS de modo a revelar quais municípios guardam maior semelhança de resultados na formação dos clusters.

4.6 ÍNDICE DE ENTROPIA OU ÍNDICE DE THEIL “L” OU “T”

Para medir a desigualdade ou fragmentação interna de grupos sociais (grupos etários, de renda, raça/cor, etc.) foi elaborado os índices “T” e “L” de Theil (VIEIRA, 2013), incluindo uma medida de entropia¹⁹ inserida no contexto de desigualdade de renda.

O índice T (HOFFMAN, 1998), corresponde à esperança do valor informativo de uma mensagem incerta que transforma frações da população em frações de renda (equação 32).

$$T = \sum_{i=1}^n y_i \log n y_i \quad (32)$$

Sendo:

T: Índice de Theil “T”

y_i: parcela de “i” na renda total

n: indivíduo

Ainda de acordo com Hoffman (1998), o índice Theil “T” é igual ao logaritmo de uma média geométrica das rendas relativas, sendo os fatores de ponderação as frações da renda apropriada.

Já a segunda medida de desigualdade de Theil, ou índice “L” de Theil é dado pela fórmula:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \log \frac{1/n}{y_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log \frac{y_i}{1/n} \quad (33)$$

Sendo:

L: Índice de Theil “L”

¹⁹ Segundo o dicionário Houaiss, entropia, no sentido biológico, designa “medida da variação ou desordem em um sistema”; na física entende-se que quanto maior for a variação de entropia de um sistema, maior será sua desordem, ou seja, menos energia estará disponível para ser utilizada

y_i : parcela de “i” na renda total

n: indivíduo

Hoffmann (1998) compara a primeira parte expressão (32) com a (33) e assevera que o índice “L” corresponde à esperança do valor informativo de uma mensagem incerta que transforma frações da renda em frações da população. E como o valor mínimo de “L” é igual a zero, corresponde, portanto, o que ocorre quando a distribuição da renda é perfeitamente igualitária; e o valor de “L” tende ao infinito quando qualquer y_i (como a renda) tende a zero. Hoffmann também observa que o índice de Theil “L” é igual ao logaritmo da razão entre a média aritmética e a média geométrica das rendas individuais. Por fim, é possível definir uma transformação monotônica crescente (ou seja, padronizada de 0 a 1 pois varia de zero ao infinito) do Theil “L” pela equação abaixo:

$$U = 1 - \exp(-L) \quad (34)$$

Sendo:

U: índice de Theil “L” padronizado (0 a 1)

L: Índice de Theil “L”

Ainda conforme Hoffmann (1998), os índices de Theil “L” e “T” possuem ainda outras potencialidades, como a decomposição em medidas de desigualdade entre os grupos e uma média ponderada das medidas de desigualdade dentro dos grupos. Assim, nesta pesquisa, será calculado para cada uma das variáveis apenas o índice Theil “L” pois neste caso os fatores de ponderação da desigualdade dentro dos grupos são as populações dos grupos, diferente do índice de Theil “T” que restringe os fatores de ponderação da desigualdade dentro dos grupos apenas à fração de renda apropriada.

Por fim, para interpretar a medida de entropia, quanto mais próximo de 1 (hum) for o índice de Theil “L”, significa uma pior distribuição (ou maior aleatoriedade, desarranjo ou desordem) e alta entropia; inversamente, quanto mais próximo de 0 (zero), significa uma ótima distribuição (maior igualdade) e baixa entropia pois, “quanto mais desordenado ou aleatório um sistema, maior a sua entropia” (BROWN *et al.*, 2013, P.668).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTAIS DO ISE: RESULTADOS DO SUBÍNDICE AMBIENTAL (IAMB)

Conforme descrito de modo detalhado os conceitos, dados e fórmulas na seção 4.4 – *Construção metodológica dos indicadores e índices* bem como, especialmente, o critério de seleção e justificativa de cada indicador visando à elaboração dos índices, especialmente o subíndice ambiental (IAMB), são apresentados, a seguir, os resultados obtidos entre 2013 e 2019 contendo a classificação de sustentabilidade (entre muito crítico até o ideal) e o índice de entropia de Theil “L”, de cada município e do agregado da RMS.

Na sequência são aplicados os limites propostos para o ISE a partir da Tabela 4 (seção 4.4.1) classificando cada município e respectivo indicador (e o agregado da RMS) em uma das 5 situações para os anos de 2013 e 2019:

- muito crítica (0,01 a 0,299),
- crítica (0,3 a 0,449),
- alerta (0,45 a 0,649),
- boa (0,65 a 0,899) e
- ideal (entre 0,9 e 1,0).

Na última etapa é apresentada a discussão do(s) gráfico(s) e tabela(s) com a variação dos índices calculados entre 2013 e 2019 por município e o agregado da RMS, demonstrando sua evolução no período.

5.1.1 Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc)

Os resultados encontrados para a construção do Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc) se inicia pela Tabela 7, que demonstra os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e são, portanto, base para a elaboração da Tabela 8 contendo os índices anuais ajustados por município variando entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 3 demonstrando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 9 o enquadramento dos municípios

conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 7 – Indicador de Disponibilidade Hídrica (m³/ano) per capita entre 2013 e 2019 (vazão Q_{95%})

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	3.124,2	3.067,0	3.011,3	2.964,1	2.917,9	2.872,0	2.827,1
Alumínio	495,7	492,3	488,9	485,9	482,8	479,8	476,8
Araçariguama	794,4	776,0	758,0	744,2	730,6	717,3	704,3
Araçoiaba da Serra	908,7	891,8	875,2	861,4	847,7	834,3	821,1
Boituva	505,6	495,6	485,8	478,7	471,7	464,8	458,1
Capela do Alto	926,0	910,9	896,0	882,2	868,6	855,2	842,0
Cerquillo	301,9	296,4	291,0	287,0	283,1	279,3	275,5
Cesário Lange	1.213,8	1.198,7	1.183,8	1.173,7	1.163,5	1.153,5	1.143,5
Ibiúna	3.558,2	3.531,8	3.505,6	3.481,7	3.457,9	3.434,3	3.410,8
Iperó	575,2	562,5	550,1	540,7	531,5	522,5	513,6
Itapetininga	1.802,9	1.783,3	1.763,9	1.746,3	1.728,9	1.711,7	1.694,6
Itu	424,6	420,2	415,8	412,1	408,4	404,7	401,1
Jumirim	1.918,4	1.881,5	1.846,0	1.819,4	1.793,0	1.767,8	1.742,3
Mairinque	478,2	474,6	471,0	468,0	465,0	462,0	459,1
Piedade	2.330,0	2.324,2	2.318,5	2.311,9	2.305,3	2.298,7	2.292,1
Pilar do Sul	3.907,3	3.879,4	3.851,9	3.827,7	3.803,6	3.779,7	3.756,0
Porto Feliz	1.147,5	1.140,7	1.133,9	1.127,9	1.121,9	1.116,0	1.110,0
Salto	148,3	146,9	145,5	144,3	143,0	141,8	140,6
Salto de Pirapora	685,8	678,6	671,4	665,4	659,4	653,5	647,6
São Miguel Arcanjo	4.842,3	4.835,0	4.827,8	4.818,1	4.808,4	4.798,9	4.789,3
São Roque	409,9	405,1	400,3	396,6	393,0	389,4	385,8
Sarapuí	4.151,7	4.102,5	4.053,6	4.009,2	3.965,4	3.922,1	3.879,3
Sorocaba	74,7	73,7	72,8	72,0	71,2	70,5	69,7
Tapiraí	37.562,9	37.788,4	38.011,8	38.095,0	38.173,7	38.257,6	38.336,9
Tatuí	482,5	476,7	471,0	466,0	461,0	456,0	451,1
Tietê	1.108,6	1.095,6	1.082,7	1.071,7	1.060,8	1.050,1	1.039,4
Votorantim	168,8	167,1	165,3	163,8	162,3	160,8	159,4
RMS	925,6	915,1	904,6	895,8	887,0	878,3	869,6
Média m³/mês PC RMS	77,1	76,3	75,4	74,6	73,9	73,2	72,5
Mínimo	74,7	73,7	72,8	72,0	71,2	70,5	69,7
Máximo	37.562,9	37.788,4	38.011,8	38.095,0	38.173,7	38.257,6	38.336,9
Desvio Padrão	7.090,7	7.134,3	7.177,5	7.194,0	7.209,6	7.226,3	7.242,1
Mínimo Ajustado	1.275,0	1.275,0	1.275,0	1.275,0	1.275,0	1.275,0	1.275,0
Máximo Ajustado	2.500,0	2.500,0	2.500,0	2.500,0	2.500,0	2.500,0	2.500,0
Média Aritmética	2.742,5	2.736,9	2.731,4	2.722,8	2.714,1	2.705,7	2.697,3
Média Geométrica	981,9	970,5	959,3	949,9	940,6	931,4	922,2
Índ. Theil "L" padron.	0,642	0,645	0,649	0,651	0,653	0,656	0,658

Fonte: autoria própria com dados de vazão Q_{95%} por município do BI CRHi 2022

O índice de Theil “L” padronizado calculado para 2019 (Tabela 7), de 0,658 demonstra um elevado nível de entropia, ou seja, neste caso, apresenta um elevado grau de desigualdade do IDHpc dentre os municípios da RMS. Comparado com 2013, quando o índice Theil “L” padronizado era de 0,642, observa-se uma piora gradativa e consistente do cenário.

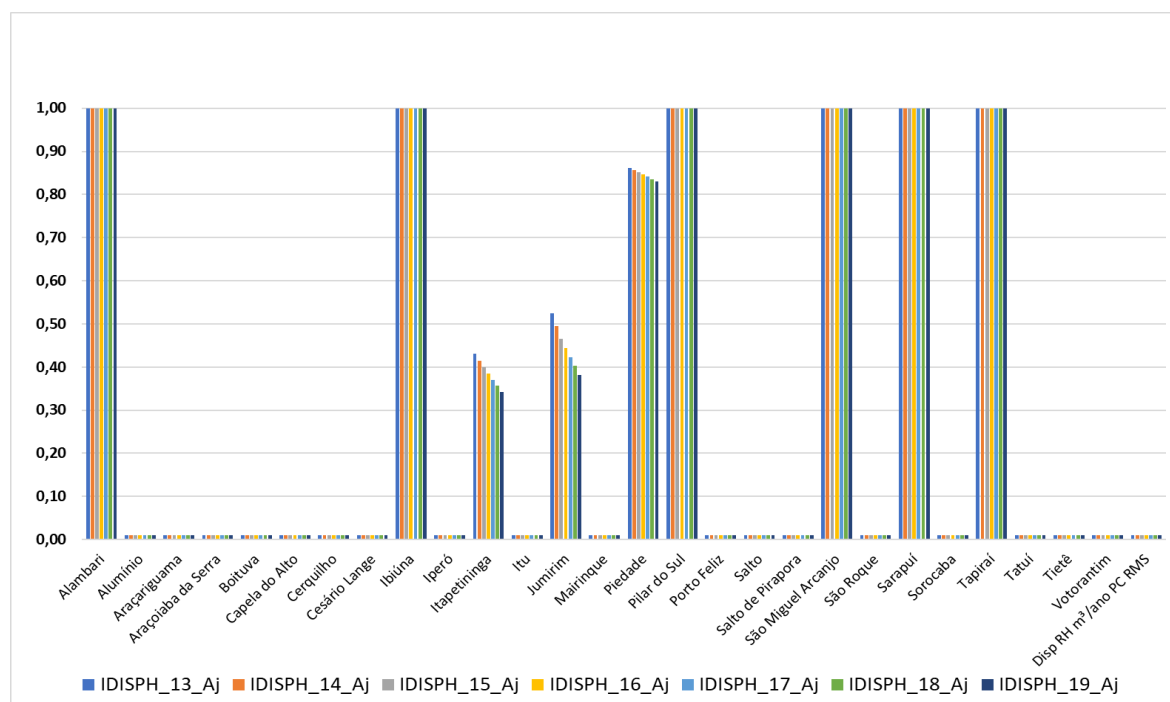
Tabela 8 – Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc), em m³/ano, entre 2013 e 2019 (vazão Q_{95%})

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Alumínio	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Araçariguama	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Boituva	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Capela do Alto	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Cerquilha	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Cesário Lange	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Ibiúna	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Iperó	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Itapetininga	0,4310	0,4149	0,3991	0,3847	0,3705	0,3565	0,3425	crítica
Itu	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Jumirim	0,5252	0,4951	0,4661	0,4444	0,4228	0,4023	0,3815	crítica
Mairinque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Piedade	0,8612	0,8565	0,8518	0,8464	0,8410	0,8357	0,8303	boa
Pilar do Sul	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Porto Feliz	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto de Pirapora	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
São Miguel Arcanjo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
São Roque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Sarapuí	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Sorocaba	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Tapiraí	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Tatuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Tietê	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Votorantim	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Total RMS	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica

Fonte: autoria própria com dados de vazão Q_{95%} por município do BI CRHi 2022

A Tabela 8 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação crítica. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 8 tanto no gráfico da Figura 3 como no resumo de criticidade na Tabela 9.

Figura 3 - Gráfico do Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc) por município da RMS entre 2013 e 2019, medido pela vazão Q95%



Fonte: autoria própria

Tabela 9 – Resumo dos municípios da RMS conforme criticidade

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	6	22,2%	6	22,2%
boa	0,650 a 0,899	1	3,7%	1	3,7%
alerta	0,450 a 0,649	1	3,7%	0	0,0%
crítica	0,300 a 0,449	1	3,7%	2	7,4%
muito crítica	0,000 a 0,299	18	66,7%	18	66,7%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 9 que 20 (74,1%) do total dos 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao Índice de Disponibilidade Hídrica per capita (IDHpc).

Portanto, excetuados os municípios de Alambari, Ibiúna, Pilar do Sul, São Miguel Arcanjo, Sarapuí, Tapiraí e Piedade que estão em situação ideal ou boa (Tabela 8), todos os demais estão em situação crítica (7,4%) ou muito crítica (66,7%) quanto ao IDHpc.

5.1.2 Índice percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais (ICV)

Os resultados encontrados quanto ao Índice percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais (ICV) se inicia pela Tabela 10 que demonstra os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e são, portanto, base para a construção da Tabela 11 contendo os índices anuais ajustados por município variando entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 4 demonstrando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 12 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 10 – Indicador percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,1616	0,1690	0,1783	0,1789	0,1813	0,1769	0,1751
Alumínio	0,3466	0,3490	0,3520	0,3565	0,3582	0,3484	0,3349
Araçariguama	0,4801	0,4839	0,4832	0,4921	0,4930	0,4922	0,4950
Araçoiaba da Serra	0,1708	0,1782	0,1855	0,1866	0,1888	0,1860	0,1880
Boituva	0,0952	0,0966	0,1000	0,0994	0,1002	0,0995	0,1016
Capela do Alto	0,1568	0,1607	0,1679	0,1672	0,1683	0,1649	0,1658
Cerquilha	0,0455	0,0472	0,0502	0,0508	0,0521	0,0531	0,0550
Cesário Lange	0,0607	0,0604	0,0632	0,0625	0,0638	0,0643	0,0672
Ibiúna	0,6465	0,6447	0,6433	0,6457	0,6462	0,6444	0,6423
Iperó	0,3104	0,3113	0,3198	0,3214	0,3223	0,3209	0,3247
Itapetininga	0,1680	0,1719	0,1757	0,1757	0,1761	0,1741	0,1727
Itu	0,2197	0,2198	0,2313	0,2350	0,2363	0,2346	0,2359
Jumirim	0,0858	0,0839	0,0877	0,0881	0,0889	0,0884	0,0919
Mairinque	0,3677	0,3693	0,3747	0,3801	0,3794	0,3775	0,3768
Piedade	0,4643	0,4652	0,4722	0,4724	0,4708	0,4663	0,4582

Tabela 10 - Indicador percentual (%) de cobertura do território de Florestas Naturais dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pilar do Sul	0,3442	0,3473	0,3549	0,3509	0,3509	0,3446	0,3380
Porto Feliz	0,0886	0,0877	0,0910	0,0908	0,0927	0,0915	0,0979
Salto	0,0644	0,0649	0,0702	0,0722	0,0737	0,0736	0,0755
Salto de Pirapora	0,2046	0,2078	0,2178	0,2164	0,2188	0,2122	0,2088
São Miguel Arcanjo	0,3030	0,3093	0,3144	0,3131	0,3137	0,3100	0,3057
São Roque	0,4859	0,4880	0,4871	0,4933	0,4944	0,4934	0,4976
Sarapuí	0,1930	0,2024	0,2069	0,2039	0,2031	0,1955	0,1934
Sorocaba	0,1271	0,1275	0,1358	0,1362	0,1412	0,1394	0,1398
Tapiraí	0,9085	0,9084	0,9108	0,9104	0,9097	0,9081	0,9056
Tatuí	0,0809	0,0809	0,0866	0,0858	0,0866	0,0855	0,0873
Tietê	0,0741	0,0731	0,0767	0,0764	0,0779	0,0773	0,0789
Votorantim	0,2733	0,2756	0,2871	0,2914	0,2943	0,2912	0,2887
RMS	0,3064	0,3084	0,3133	0,3137	0,3144	0,3118	0,3106
Mínimo	0,3064	0,3084	0,3133	0,3137	0,3144	0,3118	0,3106
Máximo	0,0455	0,0472	0,0502	0,0508	0,0521	0,0531	0,0550
Desvio Padrão	0,908	0,908	0,911	0,910	0,910	0,908	0,906
Mínimo Ajustado	0,204	0,204	0,203	0,204	0,203	0,203	0,201
Máximo Ajustado	0,100	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Média Aritmética	0,3435	0,3435	0,3435	0,3435	0,3435	0,3435	0,3435
Média Geométrica	0,257	0,259	0,264	0,265	0,266	0,263	0,263
Índ. Theil "L" padron.	0,192	0,194	0,201	0,201	0,203	0,201	0,202

Fonte: autoria própria com dados do MAPBiomias

O índice de Theil "L" padronizado calculado para 2019 (Tabela 10), de 0,202 demonstra um nível de entropia mais baixo, ou seja, neste caso, apresenta um menor grau de desigualdade do ICV dentre os municípios da RMS. No ano de 2013 estava em 0,192 e elevou-se moderadamente para o patamar de 0,202 em 2015 mantendo-se estável desde então.

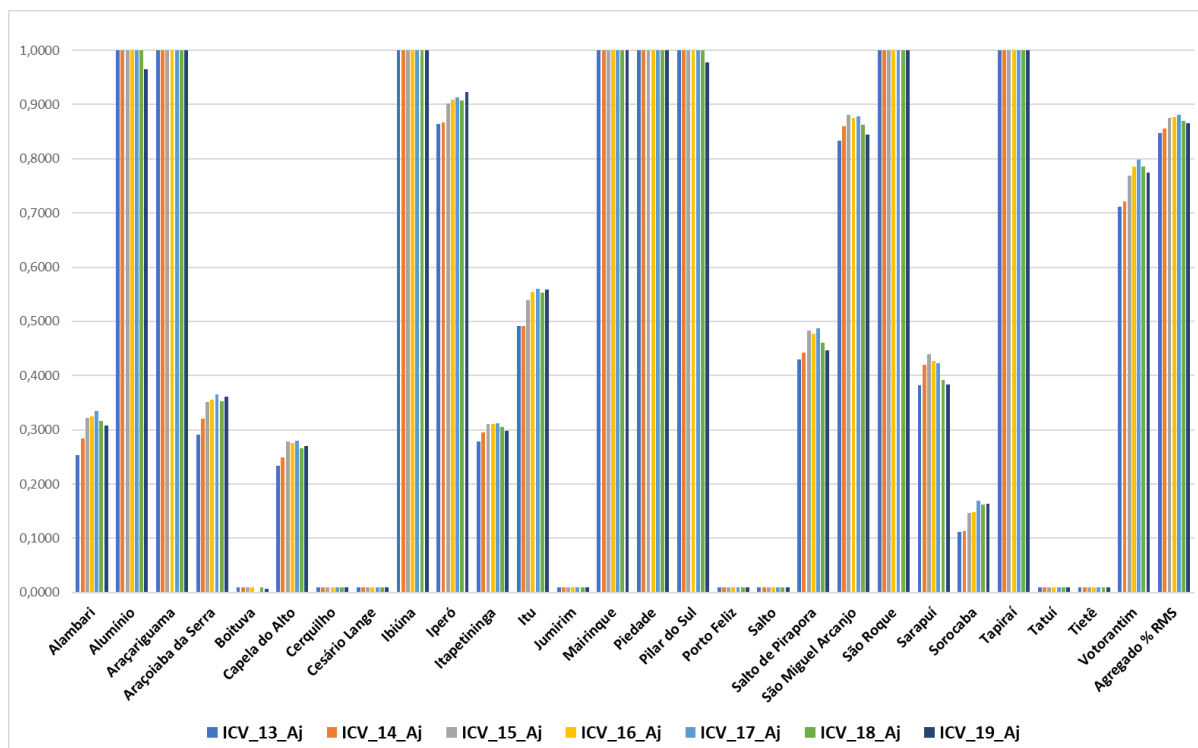
A Tabela 11 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria da metade está em situação crítica ou muito crítica. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 11 tanto no gráfico da Figura 4 como no resumo de criticidade na Tabela 12.

Tabela 11 – Índice de cobertura do território de Florestas Naturais dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,2532	0,2835	0,3215	0,3242	0,3341	0,3159	0,3082	crítica
Alumínio	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9646	ideal
Araçariguama	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçoiaba da Serra	0,2906	0,3211	0,3513	0,3556	0,3648	0,3532	0,3613	crítica
Boituva	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0007	0,0100	0,0067	muito crítica
Capela do Alto	0,2333	0,2492	0,2790	0,2761	0,2805	0,2664	0,2702	muito crítica
Cerquilha	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Cesário Lange	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Ibiúna	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Iperó	0,8641	0,8677	0,9027	0,9093	0,9128	0,9073	0,9229	ideal
Itapetininga	0,2791	0,2954	0,3110	0,3109	0,3124	0,3045	0,2984	muito crítica
Itu	0,4916	0,4918	0,5394	0,5544	0,5597	0,5527	0,5583	alerta
Jumirim	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Mairinque	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Piedade	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Pilar do Sul	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9773	ideal
Porto Feliz	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto de Pirapora	0,4295	0,4426	0,4838	0,4779	0,4877	0,4607	0,4467	crítica
São Miguel Arcanjo	0,8338	0,8594	0,8805	0,8752	0,8775	0,8626	0,8448	boa
São Roque	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Sarapuí	0,3819	0,4206	0,4391	0,4268	0,4235	0,3920	0,3836	crítica
Sorocaba	0,1113	0,1129	0,1472	0,1488	0,1690	0,1619	0,1635	muito crítica
Tapiraí	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Tatuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Tietê	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Votorantim	0,7117	0,7210	0,7685	0,7858	0,7981	0,7851	0,7751	boa
Total RMS	0,8476	0,8560	0,8758	0,8775	0,8806	0,8700	0,8650	boa

Fonte: autoria própria com dados do MAPBiomias

Figura 4 - Gráfico do Índice de Cobertura de Florestas Naturais por município da RMS entre 2013 e 2019 (ICV)



Fonte: autoria própria

Tabela 12 – ICV: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	8	29,6%	9	33,3%
boa	0,650 a 0,899	3	11,1%	2	7,4%
alerta	0,450 a 0,649	1	3,7%	1	3,7%
crítica	0,300 a 0,449	2	7,4%	4	14,8%
muito crítica	0,000 a 0,299	13	48,1%	11	40,7%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 12, um total de 15 (55,6%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao Índice de cobertura do território de Florestas Naturais (ICV).

Dentre os 13 melhores municípios em situação boa ou ideal, se destacam especialmente 5 cidades, sendo elas: Tapiraí (90,5%), Ibiúna (64,2%), São Roque (49,7%), Araçariguama (49,5%) e Piedade (45,8%) com ICV superior a 40,0%.

5.1.3 Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (IGEE)

Os resultados para a construção do Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita (IGEE) encontram-se na Tabela 13 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019, os quais geraram a Tabela 14 com os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 5 demonstrando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 15 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019. Atenção quanto à interpretação do indicador pois, para o cálculo deste índice tem-se como característica quanto menor melhor; porém, o ajuste se faz mantendo o padrão de 0 a 1, ou seja, municípios com indicador mais próximo de 0 (zero), considerada a melhor situação com baixa emissão de GEE per capita, são ajustados para que o índice seja fixado em 1 (um) e vice-versa.

Tabela 13 – Indicador de emissões de GEE per capita dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (em toneladas)

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	12,8	9,9	10,2	9,9	10,4	9,5	8,8
Alumínio	85,8	66,6	67,0	75,6	75,6	74,1	68,2
Araçariguama	9,0	8,5	9,0	7,6	7,9	8,4	8,1
Araçoiaba da Serra	2,9	2,5	2,4	2,6	2,5	2,6	2,5
Boituva	3,3	3,2	3,6	4,8	5,0	5,1	5,6
Capela do Alto	4,4	4,1	3,9	3,9	3,7	3,8	3,6
Cerquillo	4,6	4,2	4,4	4,6	5,0	4,7	5,9
Cesário Lange	5,1	4,8	4,9	5,1	5,0	4,6	4,7
Ibiúna	2,9	3,0	2,6	2,5	2,7	2,7	3,0
Iperó	1,5	-3,3	-3,4	-3,4	-3,2	-3,2	-3,1
Itapetininga	5,3	5,0	4,8	3,9	3,8	3,9	3,8
Itu	4,0	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,1
Jumirim	7,2	7,3	6,8	7,4	8,1	8,4	6,8
Mairinque	2,0	2,3	2,2	2,4	2,2	2,2	2,3
Piedade	2,6	3,0	2,6	2,5	2,8	2,9	3,1
Pilar do Sul	4,6	4,6	5,1	5,4	4,8	5,5	5,9
Porto Feliz	4,3	4,3	4,0	4,3	4,1	4,5	4,3
Salto	2,6	2,5	2,2	2,2	2,3	2,1	2,1
Salto de Pirapora	47,9	14,9	15,1	23,4	32,4	34,9	32,6
São Miguel Arcanjo	5,0	4,6	4,8	4,8	5,4	5,9	6,6
São Roque	3,2	2,9	3,0	2,5	2,3	2,1	2,1
Sarapuí	7,5	6,8	6,7	8,3	7,7	8,3	7,3

Tabela 13 - Indicador de emissões de GEE per capita dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (em toneladas)

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sorocaba	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6
Tapiraí	4,7	4,4	3,9	3,3	4,1	4,6	5,0
Tatuí	4,3	4,2	4,0	4,6	3,9	4,3	3,6
Tietê	5,5	5,4	5,4	5,0	4,9	4,9	5,1
Votorantim	30,2	31,5	20,8	8,6	4,5	7,8	8,4
RMS	6,6	5,6	4,8	4,3	4,2	4,5	4,4
Mínimo	1,493	-3,331	-3,375	-3,364	-3,215	-3,221	-3,065
Máximo	85,83	66,59	67,03	75,60	75,58	74,12	68,19
Desvio Padrão	18,01	13,20	12,73	14,30	14,79	14,67	13,46
Mínimo Ajustado	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Máximo Ajustado	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Média Aritmética	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
Média Geométrica	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
Índ. Theil "L" padron.	0,788	0,794	0,792	0,779	0,773	0,789	0,764

Fonte: autoria própria com dados do SEEG

O índice de Theil “L” padronizado calculado para 2019 (Tabela 13), de 0,764 demonstra um elevado nível de entropia, ou seja, apresenta um alto grau de desigualdade do IGEE dentre os municípios da RMS. No ano de 2013 estava em 0,788 e vem reduzindo paulatinamente, mas estando ainda em um alto patamar de 0,764 em 2019.

Referida redução se dá por dois motivos: um deles, o crescimento populacional pois, como se trata de índice per capita, estando estáveis as emissões, o indicador tende a cair. Há também, esforços e investimentos dos setores industriais para redução das emissões. Situada no município de Alumínio, a Cia. Brasileira de Alumínio (CBA) vem realizando significativos investimentos e ações para redução das emissões de GEE²⁰.

²⁰ <https://www.capitalreset.com/cba-tem-meta-de-reduzir-em-40-as-emissoes-de-co2-na-cadeia-do-aluminio/>

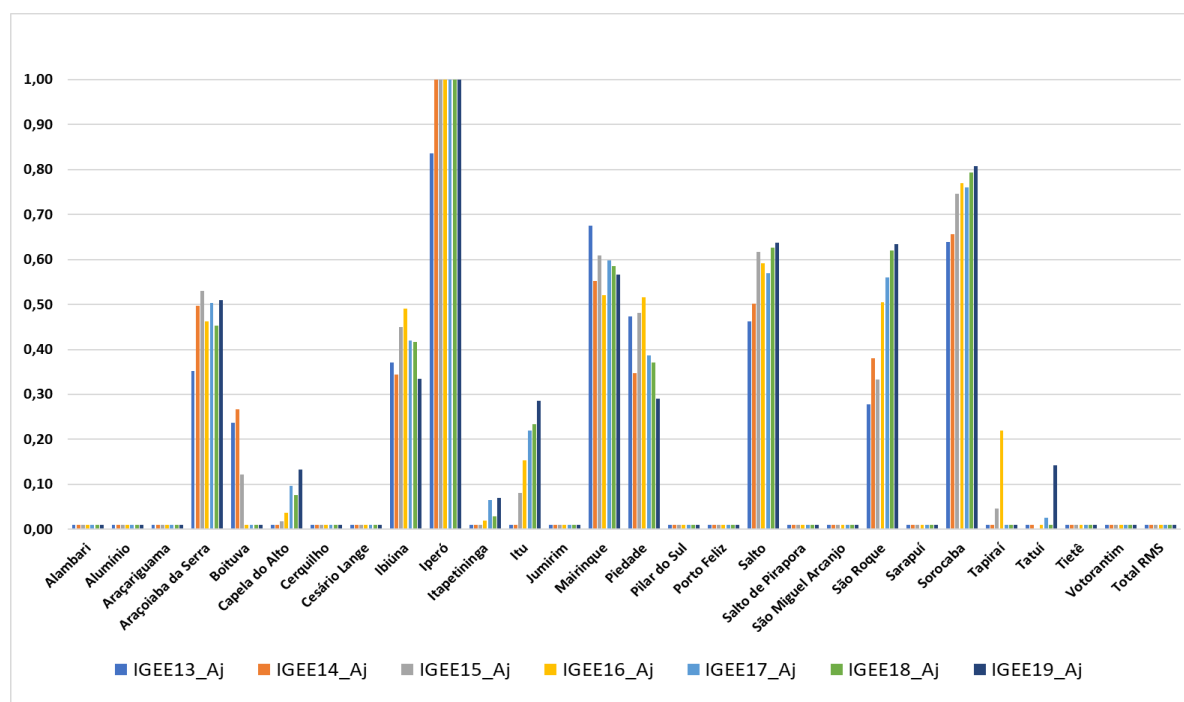
Tabela 14 – IGEE: Índice de emissões de GEE per capita dos municípios da RMS entre 2013 e 2019 (em toneladas)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Alumínio	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Araçariguama	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,3525	0,4977	0,5304	0,4620	0,5031	0,4536	0,5094	alerta
Boituva	0,2364	0,2667	0,1228	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Capela do Alto	0,0100	0,0100	0,0174	0,0361	0,0962	0,0756	0,1325	muito crítica
Cerquillo	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Cesário Lange	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Ibiúna	0,3714	0,3443	0,4503	0,4908	0,4190	0,4170	0,3349	crítica
Iperó	0,8357	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Itapetininga	0,0100	0,0100	0,0100	0,0193	0,0646	0,0298	0,0696	muito crítica
Itu	0,0100	0,0100	0,0807	0,1528	0,2190	0,2340	0,2861	muito crítica
Jumirim	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Mairinque	0,6758	0,5527	0,6082	0,5210	0,5981	0,5845	0,5656	alerta
Piedade	0,4733	0,3471	0,4819	0,5158	0,3866	0,3712	0,2909	muito crítica
Pilar do Sul	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Porto Feliz	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto	0,4623	0,5016	0,6163	0,5910	0,5702	0,6263	0,6365	alerta
Salto de Pirapora	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
São Miguel Arcanjo	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
São Roque	0,2778	0,3798	0,3337	0,5051	0,5602	0,6198	0,6335	alerta
Sarapuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Sorocaba	0,6393	0,6566	0,7467	0,7688	0,7602	0,7924	0,8075	boa
Tapiraí	0,0100	0,0100	0,0463	0,2203	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Tatuí	0,0100	0,0100	0,0020	0,0100	0,0255	0,0100	0,1426	muito crítica
Tietê	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Votorantim	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Total RMS	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica

Fonte: autoria própria com dados do SEEG

A Tabela 14 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação crítica ou muito crítica quanto à emissão de GEE. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 14 tanto no gráfico da Figura 5 como no resumo de criticidade na Tabela 15.

Figura 5 - Gráfico do IGEE – Índice de Emissão de Gases Efeito Estufa per capita por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 15 – IGEE: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	0	0,0%	1	3,7%
boa	0,650 a 0,899	2	7,4%	1	3,7%
alerta	0,450 a 0,649	3	11,1%	4	14,8%
crítica	0,300 a 0,449	2	7,4%	1	3,7%
muito crítica	0,000 a 0,299	20	74,1%	20	74,1%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

De acordo com a Tabela 15, observa-se que 21 (77,8%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao IGEE.

Os melhores municípios no IGEE em 2019 são Iperó, com 1,0 (índice máximo) seguido de Sorocaba com 0,807. Araçoiaba da Serra, Mairinque, Salto e São Roque estão em situação de alerta.

Como se trata de um índice per capita, como Sorocaba tem a maior população da RMS, este fator acaba colaborando com a melhoria do índice. No caso de Iperó,

os dados apontam uma geração “negativa” (cujo efeitos são positivos) de GEE, de - 3,1 toneladas per capita em 2019 em função do aterro sanitário que mantém práticas mitigadoras de geração de GEE.

No agregado da RMS (Tabela 13), as emissões per capita estão em redução contínua saindo de 6,6 (2013) para 4,4 em 2019, ainda distante da meta de 1 tonelada per capita.

5.1.4 Índice % de Perdas de Água (IPAG)

Os resultados para a construção do Índice % de Perdas de Água (IPAG) encontram-se na Tabela 16 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 17 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 6 contendo o gráfico da evolução por município. Também é apresentada na Tabela 18 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019. Atenção quanto à interpretação do indicador pois, para o cálculo deste índice, tem-se como característica quanto menor melhor; porém, o ajuste se faz mantendo o padrão de 0 a 1, ou seja, municípios com indicador mais próximo de 0 (zero) são considerados em melhor situação com baixo índice de perdas de água; assim, são ajustados para que o índice tenda para 1 (um), sendo o inverso verdadeiro.

Tabela 16 – Indicador do % de Perdas de Água (IPAG) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,2203	0,2564	0,2902	0,3441	0,3423	0,3608	0,3150
Alumínio	0,4183	0,3890	0,3878	0,3309	0,3111	0,3597	0,4502
Araçariguama	0,2690	0,3163	0,3522	0,3215	0,2560	0,2043	0,1352
Araçoiaba da Serra	0,3662	0,1919	0,3337	0,1844	0,2993	0,2875	0,2090
Boituva	0,2951	0,1724	0,2261	0,2381	0,2282	0,2513	0,2123
Capela do Alto	0,4392	0,4203	0,4328	0,3135	0,3208	0,2760	0,2964
Cerquilha	0,2916	0,2791	0,3774	0,4107	0,4312	0,3776	0,3638
Cesário Lange	0,2518	0,2333	0,2388	0,2310	0,1874	0,2106	0,1656
Ibiúna	0,4781	0,4496	0,4687	0,4046	0,4562	0,3233	0,2317
Iperó	0,0724	0,3457	0,3569	0,3653	0,3994	0,3349	0,2355
Itapetininga	0,3558	0,3756	0,4171	0,4058	0,3919	0,3792	0,3651
Itu	0,4317	0,3529	0,5505	0,5441	0,5039	0,5136	0,5083

Tabela 16 - Indicador do % de Perdas de Água (IPAG) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Jumirim	0,2047	0,1740	0,3353	0,4093	0,3236	0,3236	0,2738
Mairinque	0,5480	0,4594	0,3908	0,3788	0,3852	0,3645	0,3010
Piedade	0,4323	0,4141	0,4037	0,4297	0,4131	0,3972	0,3654
Pilar do Sul	0,2464	0,3161	0,3439	0,3578	0,3263	0,2690	0,2871
Porto Feliz	0,3444	0,3199	0,2860	0,3076	0,2903	0,3235	0,3118
Salto	0,4100	0,3756	0,4371	0,4405	0,4026	0,4219	0,4200
Salto de Pirapora	0,4828	0,4086	0,4192	0,4124	0,4748	0,4353	0,4248
São Miguel Arcanjo	0,2852	0,3291	0,3648	0,4105	0,3415	0,3325	0,3285
São Roque	0,5388	0,5023	0,5346	0,5262	0,5024	0,4998	0,5070
Sarapuí	0,1391	0,0430	0,1089	0,1811	0,1713	0,2078	0,1845
Sorocaba	0,3742	0,3664	0,4130	0,4095	0,3677	0,3746	0,3621
Tapiraí	0,2644	0,2846	0,3917	0,3155	0,3201	0,2473	0,3017
Tatuí	0,4896	0,4675	0,4550	0,4284	0,4069	0,3987	0,4136
Tietê	0,5054	0,5054	0,4000	0,4000	0,4000	0,4034	0,4557
Votorantim	0,3784	0,3341	0,3417	0,2336	0,2223	0,2065	0,1806
RMS	0,3979	0,3731	0,4209	0,4092	0,3848	0,3812	0,3696
Mínimo	0,0724	0,0430	0,1089	0,1811	0,1713	0,2043	0,1352
Máximo	0,5480	0,5054	0,5505	0,5441	0,5039	0,5136	0,5083
Desvio Padrão	0,1222	0,1094	0,0917	0,0912	0,0894	0,0848	0,1042
Mínimo Ajustado	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Máximo Ajustado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Média Aritmética	0,35	0,34	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32
Média Geométrica	0,33	0,31	0,36	0,35	0,34	0,33	0,30
Índ. Theil "L" padron.	0,076	0,080	0,039	0,035	0,035	0,032	0,055

Fonte: autoria própria com dados do SNIS

De forma positiva, observa-se que o índice médio de perdas de água na RMS vem reduzindo (de 0,3979 para 0,3696) ao longo do período, com municípios se destacando, como Votorantim, que reduziu -52,3%, de 0,3784 para 0,1806 entre 2013 e 2019.

Como hipótese para referida redução, tem-se que a privatização do saneamento em junho/2012 pela Águas de Votorantim tem surtido resultado²¹, pois foram mais de R\$ 40 milhões investidos de um plano de R\$ 90 milhões.

O índice de Theil "L" padronizado calculado para 2019 (Tabela 16), de 0,055 demonstra nível extremamente baixo de entropia, ou seja, apresenta um baixo grau

²¹ <https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/aguas-votorantim/a-concessionaria/quem-somos/>

de desigualdade do IGEE dentre os municípios da RMS. No ano de 2013 o índice de Theil “L” padronizado estava em 0,076 e demonstra que vem recuando, mantendo-se num baixo patamar.

Tabela 17 – IPAG: Índice de Perdas de água dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

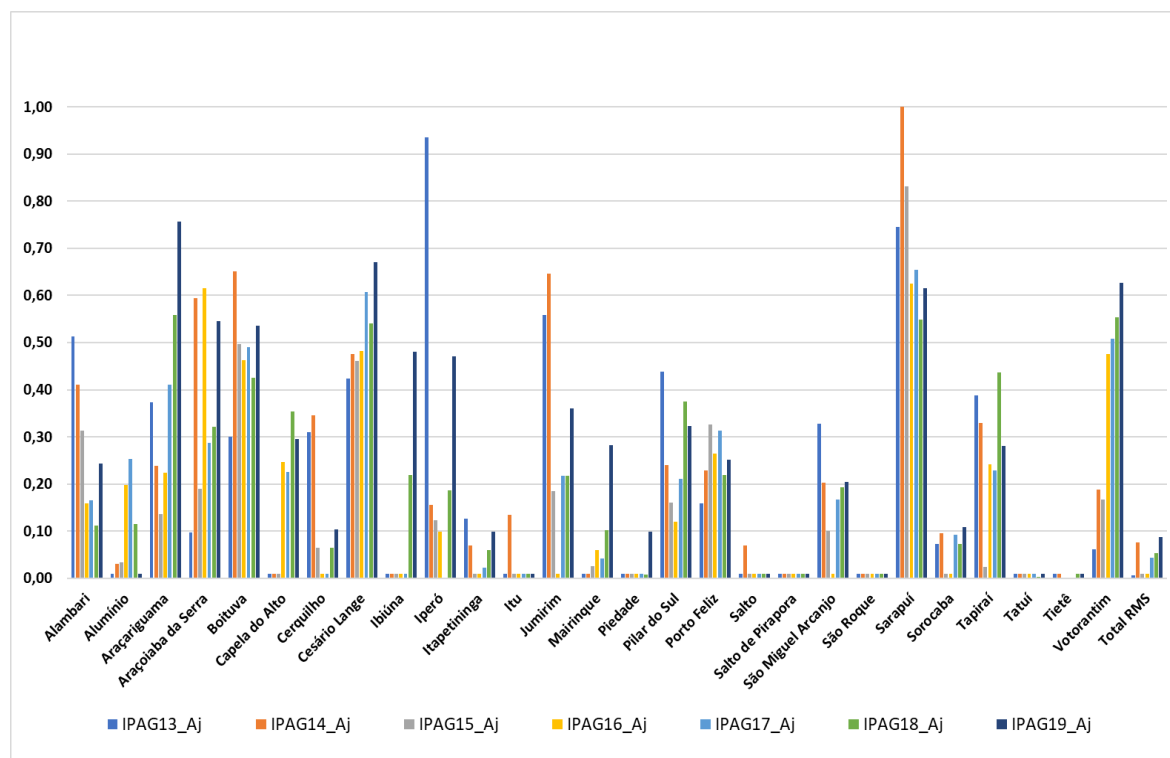
Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação 2019
Alambari	0,5135	0,4103	0,3137	0,1596	0,1648	0,1121	0,2427	muito crítica
Alumínio	0,0100	0,0315	0,0347	0,1975	0,2540	0,1152	0,0100	muito crítica
Araçariguama	0,3742	0,2393	0,1364	0,2244	0,4114	0,5592	0,7565	boa
Araçoiaba da Serra	0,0966	0,5945	0,1894	0,6160	0,2877	0,3214	0,5457	alerta
Boituva	0,2998	0,6504	0,4969	0,4624	0,4909	0,4249	0,5362	alerta
Capela do Alto	0,0100	0,0100	0,0100	0,2473	0,2262	0,3543	0,2959	muito crítica
Cerquilha	0,3098	0,3454	0,0647	0,0100	0,0100	0,0640	0,1034	muito crítica
Cesário Lange	0,4235	0,4763	0,4607	0,4829	0,6075	0,5411	0,6698	boa
Ibiúna	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,2192	0,4809	alerta
Iperó	0,9360	0,1550	0,1230	0,0991	0,0018	0,1860	0,4701	alerta
Itapetininga	0,1262	0,0697	0,0100	0,0100	0,0232	0,0594	0,0997	muito crítica
Itu	0,0100	0,1347	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Jumirim	0,5580	0,6457	0,1850	0,0100	0,2182	0,2182	0,3606	crítica
Mairinque	0,0100	0,0100	0,0262	0,0604	0,0422	0,1015	0,2829	muito crítica
Piedade	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0081	0,0989	muito crítica
Pilar do Sul	0,4389	0,2396	0,1602	0,1207	0,2104	0,3742	0,3226	crítica
Porto Feliz	0,1589	0,2290	0,3256	0,2640	0,3134	0,2187	0,2519	muito crítica
Salto	0,0100	0,0698	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto de Pirapora	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
São Miguel Arcanjo	0,3280	0,2027	0,1005	0,0100	0,1672	0,1929	0,2044	muito crítica
São Roque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Sarapuí	0,7456	1,0000	0,8317	0,6254	0,6535	0,5492	0,6158	alerta
Sorocaba	0,0737	0,0959	0,0100	0,0100	0,0923	0,0727	0,1083	muito crítica
Tapiraí	0,3875	0,3298	0,0236	0,2415	0,2284	0,4362	0,2808	muito crítica
Tatuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0038	0,0100	muito crítica
Tietê	0,0100	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0100	0,0100	muito crítica
Votorantim	0,0618	0,1883	0,1665	0,4754	0,5077	0,5529	0,6269	alerta
Total RMS	0,0061	0,0768	0,0100	0,0100	0,0435	0,0537	0,0869	 muito crítica

Fonte: autoria própria com dados do SEEG

A Tabela 17 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação crítica ou muito crítica. Para uma melhor compreensão é

possível observar os dados da Tabela 17 tanto no gráfico da Figura 6 como no resumo de criticidade na Tabela 18.

Figura 6 - Gráfico IPAG – Índice de Perdas de Água na distribuição por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 18 – IPAG: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	1	3,7%	0	0,0%
boa	0,650 a 0,899	1	3,7%	2	7,4%
alerta	0,450 a 0,649	2	7,4%	6	22,2%
crítica	0,300 a 0,449	6	22,2%	2	7,4%
muito crítica	0,000 a 0,299	17	63,0%	17	63,0%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 18, observa-se que 19 (70,4%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao IGEE.

Tabela 19 - Indicador do Percentual (%) Coleta e Tratamento de Esgoto (ICTE) entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sorocaba	0,7200	0,7549	0,7634	0,7695	0,7962	0,8242	0,8264
Tapiraí	0,6932	0,8038	0,8230	0,9432	0,9385	0,9368	0,9341
Tatuí	0,6279	0,6494	0,6530	0,7439	0,7579	0,7701	0,7972
Tietê	0,3354	0,3385	0,2607	0,3558	0,4298	0,5988	0,5693
Votorantim	0,8088	0,9184	0,9839	0,9048	0,8787	0,9011	0,7533
RMS	0,6607	0,6760	0,6813	0,7107	0,7492	0,7677	0,7737
Mínimo	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Máximo	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98	0,94	0,93
Desvio Padrão	0,30	0,31	0,31	0,32	0,28	0,25	0,22
Mínimo Ajustado	0,250	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Máximo Ajustado	0,900	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Média Aritmética	0,49	0,51	0,53	0,57	0,61	0,64	0,68
Média Geométrica	0,18	0,18	0,19	0,24	0,38	0,41	0,53
Índ. Theil "L" padron.	0,643	0,648	0,645	0,582	0,378	0,358	0,215

Fonte: autoria própria com dados do SNIS

O índice de Theil “L” padronizado calculado para 2019 (Tabela 19), de 0,215 demonstra um nível de entropia considerado moderado para baixo, ou seja, apresenta um baixo grau de desigualdade do ICTE dentre os municípios da RMS. Comparando com o ano de 2013 o índice de Theil “L” padronizado estava em 0,643 considerado de alta entropia e consequente desigualdade. Certamente há uma correlação positiva entre a velocidade de crescimento dos percentuais de coleta e tratamento de esgoto e a redução da entropia.

Tabela 20 – Índice de Coleta e Tratamento de Esgoto entre 2013 e 2019 (ICTE)

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,4322	0,4342	0,3856	0,4622	0,4649	0,4495	0,6174	alerta
Alumínio	0,0100	0,0100	0,0100	0,1434	0,1392	0,5824	0,6701	boa
Araçariguama	0,0100	0,0100	0,0100	0,0000	0,0100	0,0948	0,0910	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,0647	0,0100	0,1100	0,2652	0,1191	0,1259	0,1231	muito crítica
Boituva	0,0440	0,0711	0,6505	0,7468	0,7400	0,7514	0,7467	boa
Capela do Alto	0,3782	0,4181	0,4724	0,6665	0,6295	0,6305	0,6643	boa
Cerquillo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8971	0,8871	0,8938	boa
Cesário Lange	0,6401	0,6463	0,6503	0,8172	0,8285	0,8222	0,8119	boa
Ibiúna	0,0975	0,1041	0,1134	0,3689	0,1735	0,1714	0,1778	muito crítica

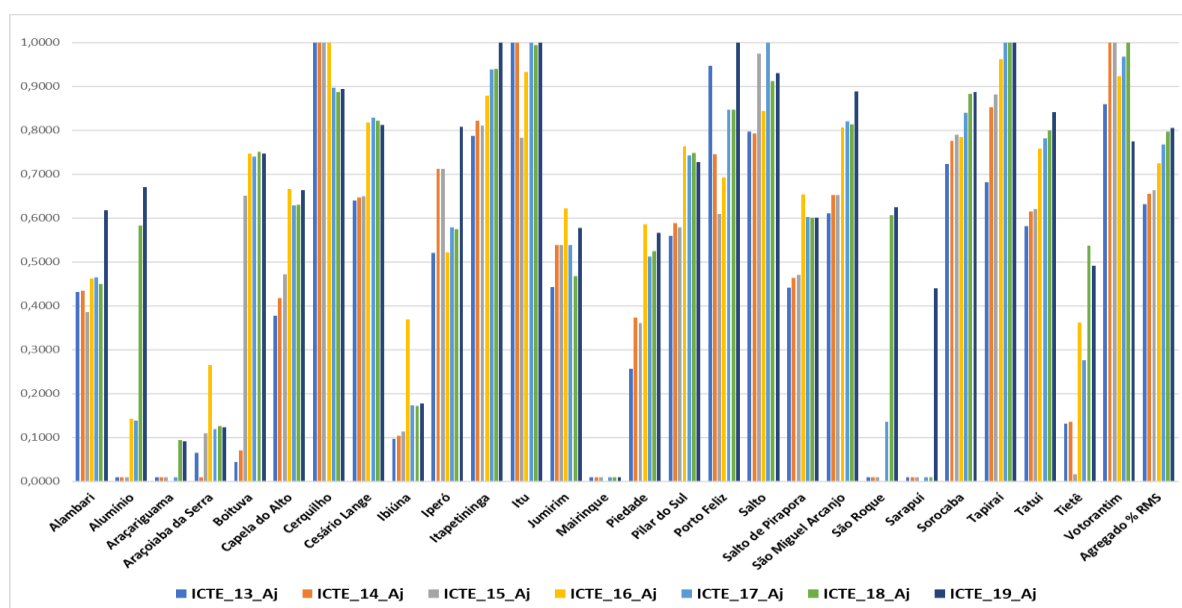
Tabela 20 - Índice de Coleta e Tratamento de Esgoto entre 2013 e 2019 (ICTE)

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Iperó	0,5210	0,7118	0,7126	0,5214	0,5791	0,5743	0,8083	boa
Itapetininga	0,7875	0,8214	0,8102	0,8785	0,9383	0,9399	1,0000	ideal
Itu	1,0000	1,0000	0,7833	0,9336	1,0000	#N/D	1,0000	ideal
Jumirim	0,4431	0,5385	0,5384	0,6217	0,5384	0,4671	0,5769	alerta
Mairinque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0000	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Piedade	0,2560	0,3737	0,3615	0,5857	0,5122	0,5241	0,5658	alerta
Pilar do Sul	0,5590	0,5885	0,5795	0,7643	0,7422	0,7484	0,7270	boa
Porto Feliz	0,9466	0,7457	0,6095	0,6925	0,8469	0,8469	1,0000	ideal
Salto	0,7963	0,7932	0,9742	0,8436	1,0000	0,9120	0,9305	ideal
Salto de Pirapora	0,4416	0,4636	0,4708	0,6546	0,6022	0,6007	0,6006	alerta
São Miguel Arcanjo	0,6107	0,6519	0,6519	0,8068	0,8201	0,8141	0,8887	boa
São Roque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0000	0,1363	0,6068	0,6252	alerta
Sarapuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0000	0,0100	0,0100	0,4402	crítica
Sorocaba	0,7231	0,7767	0,7899	0,7846	0,8402	0,8834	0,8868	boa
Tapiraí	0,6818	0,8520	0,8815	0,9620	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Tatuí	0,5814	0,6144	0,6200	0,7585	0,7814	0,8002	0,8418	boa
Tietê	0,1314	0,1362	0,0165	0,3622	0,2766	0,5366	0,4912	alerta
Votorantim	0,8596	1,0000	1,0000	0,9228	0,9673	1,0000	0,7742	boa
Total RMS	0,6319	0,6554	0,6635	0,7247	0,7680	0,7964	0,8057	boa

Fonte: autoria própria com dados do SNIS

Figura 7 - Gráfico ICTE - Índice de Coleta e Tratamento de Esgoto (CTE) por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 21 – Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	3	11,1%	5	18,5%
boa	0,650 a 0,899	5	18,5%	11	40,7%
alerta	0,450 a 0,649	5	18,5%	6	22,2%
crítica	0,300 a 0,449	4	14,8%	1	3,7%
muito crítica	0,000 a 0,299	10	37,0%	4	14,8%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível observar na Tabela 21, apenas 5 (18,5%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao ICTE, sendo eles: Sarapuí (crítica), Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Ibiúna e Mairinque (todos muito críticos).

Contudo, é pertinente a observação de que, desde 2013, o desempenho no ICTE tem crescido de forma sustentada, indicando que os municípios da RMS estão no caminho para cumprir a meta estabelecida de 90% de coleta e tratamento de esgoto em 2033 desde que, especialmente, as 5 cidades em situação crítica ou muito crítica acima mencionadas - que não têm grandes populações -, consigam realizar os investimentos necessários.

5.1.6 Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS)

Os resultados encontrados para composição do último índice ambiental proposto se referem ao cálculo do indicador do Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS) encontram-se na Tabela 22 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 23 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 8 contemplando o gráfico da evolução por município.

Também é apresentada na Tabela 24 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 22 – Indicador Percentual (%) de Coleta Seletiva sobre o total da massa coletada (ICS) entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,0010	0,0010	0,0277	0,0292	0,0010	0,0010	0,0363
Alumínio	0,0845	0,0845	0,0807	0,0807	0,0807	0,0807	0,0807
Araçariguama	0,0010	0,0010	0,0010	0,0004	0,0010	0,0010	0,0010
Araçoiaba da Serra	0,0213	0,0010	0,0797	0,0092	0,0010	0,0007	0,0120
Boituva	0,0087	0,0215	0,0275	0,0410	0,0537	0,0587	0,0457
Capela do Alto	0,0082	0,0428	0,0949	0,0499	0,0445	0,0478	0,0501
Cerquillo	0,0694	0,0587	0,0676	0,0979	0,0717	0,0793	0,0718
Cesário Lange	0,0020	0,0024	0,0021	0,0017	0,0020	0,0020	0,0021
Ibiúna	0,0010	0,0010	0,0010	0,0044	0,0081	0,0010	0,0246
Iperó	0,0010	0,0923	0,0291	0,0010	0,0010	0,0011	0,0042
Itapetininga	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0111	0,0134	0,0149
Itu	0,0315	0,0460	0,0510	0,0488	0,0587	0,0815	0,0405
Jumirim	0,1241	0,0048	0,2780	0,0882	0,0017	0,0010	0,0763
Mairinque	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Piedade	0,0272	0,0263	0,0010	0,0221	0,0084	0,0010	0,0084
Pilar do Sul	0,0010	0,0247	0,0010	0,0116	0,0110	0,0109	0,0826
Porto Feliz	0,0164	0,0100	0,0010	0,0010	0,0074	0,0010	0,0011
Salto	0,0651	0,0778	0,0454	0,0396	0,0197	0,0301	0,0426
Salto de Pirapora	0,0010	0,0010	0,0010	0,0143	0,0138	0,0187	0,0197
São Miguel Arcanjo	0,0010	0,0010	0,1472	0,0066	0,0698	0,0010	0,1316
São Roque	0,0016	0,0012	0,0062	0,0010	0,0010	0,0010	0,2208
Sarapuí	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Sorocaba	0,0206	0,0177	0,0176	0,0188	0,0181	0,0130	0,0120
Tapiraí	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Tatuí	0,0428	0,0448	0,0448	0,0010	0,0528	0,0308	0,0273
Tietê	0,0112	0,0477	0,0434	0,0010	0,0811	0,0500	0,0288
Votorantim	0,0253	0,0243	0,0225	0,0228	0,0266	0,0369	0,0433
RMS	0,0244	0,0287	0,0294	0,0234	0,0442	0,0270	0,0320
Mínimo	0,0010	0,0010	0,0010	0,0004	0,0010	0,0007	0,0010
Máximo	0,1241	0,092	0,278	0,098	0,081	0,081	0,221
Desvio Padrão	0,021	0,024	0,040	0,022	0,024	0,021	0,040
Mínimo Ajustado	0,031	0,029	0,060	0,029	0,028	0,028	0,049
Máximo Ajustado	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Média Aritmética	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Média Geométrica	0,0010	0,0010	0,0010	0,0004	0,0010	0,0007	0,0010
Índ. Theil "L" padron.	0,1241	0,092	0,278	0,098	0,081	0,081	0,221

Fonte: autoria própria com dados do SNIS

O índice de Theil “L” padronizado em 2019, de 0,221 (Tabela 22) também demonstra patamar de médio para baixo nível de entropia, ou seja, neste caso, um

baixo grau de desigualdade deste indicador dentre os municípios da RMS. Em 2013 o índice de Theil “L” padronizado era ainda menor, em 0,1241, também considerado baixo, mas apontando crescimento.

Tabela 23 – Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS) entre 2013 e 2019

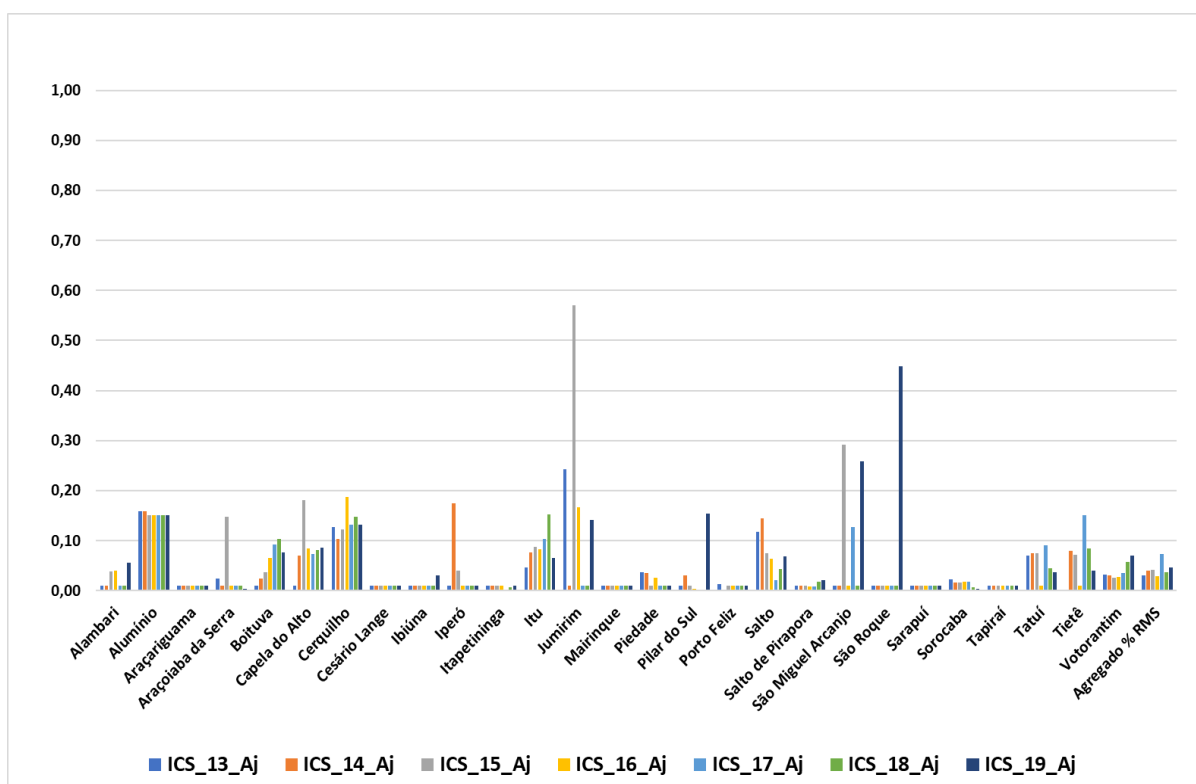
Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,0100	0,0100	0,0378	0,0407	0,0100	0,0100	0,0559	muito crítica
Alumínio	0,1585	0,1585	0,1505	0,1505	0,1505	0,1505	0,1505	muito crítica
Araçariguama	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,0241	0,0100	0,1484	0,0100	0,0100	0,0100	0,0043	muito crítica
Boituva	0,0100	0,0244	0,0372	0,0659	0,0930	0,1037	0,0760	muito crítica
Capela do Alto	0,0100	0,0698	0,1807	0,0848	0,0734	0,0805	0,0852	muito crítica
Cerquilha	0,1264	0,1036	0,1226	0,1870	0,1314	0,1474	0,1316	muito crítica
Cesário Lange	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Ibiúna	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0311	muito crítica
Iperó	0,0100	0,1751	0,0407	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Itapetininga	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0023	0,0072	0,0105	muito crítica
Itu	0,0457	0,0765	0,0871	0,0826	0,1037	0,1520	0,0649	muito crítica
Jumirim	0,2427	0,0100	0,5703	0,1664	0,0100	0,0100	0,1410	muito crítica
Mairinque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Piedade	0,0366	0,0347	0,0100	0,0258	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Pilar do Sul	0,0100	0,0312	0,0100	0,0033	0,0022	0,0019	0,1544	muito crítica
Porto Feliz	0,0136	0,0000	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Salto	0,1172	0,1442	0,0753	0,0630	0,0206	0,0428	0,0693	muito crítica
Salto de Pirapora	0,0100	0,0100	0,0100	0,0091	0,0081	0,0186	0,0206	muito crítica
São Miguel Arcanjo	0,0100	0,0100	0,2920	0,0100	0,1272	0,0100	0,2587	muito crítica
São Roque	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,4484	crítica
Sarapuí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Sorocaba	0,0226	0,0163	0,0161	0,0186	0,0173	0,0065	0,0042	muito crítica
Tapiraí	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	muito crítica
Tatuí	0,0699	0,0741	0,0741	0,0100	0,0910	0,0442	0,0369	muito crítica
Tietê	0,0025	0,0802	0,0710	0,0100	0,1513	0,0851	0,0400	muito crítica
Votorantim	0,0326	0,0305	0,0265	0,0272	0,0353	0,0573	0,0708	muito crítica
Total RMS	0,0306	0,0398	0,0412	0,0285	0,0728	0,0361	0,0469	 muito crítica

Fonte: autoria própria com dados do SNIS

A Tabela 23 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que todos os municípios estão situação crítica ou muito crítica, o que é preocupante. São Roque

apresenta uma evolução significativa de 2018 para 2019, porém, é preciso acompanhar esse desempenho no sentido de se verificar a efetiva implementação da política pública. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 23 tanto no gráfico da Figura 8 como no resumo de criticidade na Tabela 24.

Figura 8 - Gráfico do Índice % de Coleta Seletiva sobre o total da Massa Coletada (ICS) por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 24 – Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	0	0,0%	0	0,0%
boa	0,650 a 0,899	0	0,0%	0	0,0%
alerta	0,450 a 0,649	0	0,0%	0	0,0%
crítica	0,300 a 0,449	0	0,0%	1	3,7%
muito crítica	0,000 a 0,299	27	100,0%	26	96,3%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme evidenciam os dados da Tabela 24, o ICS se encontra em todos os 27 municípios em situação crítica ou muito crítica, sendo que o desempenho desde 2013 nada melhorou.

Saliente-se, pois que ainda está muito distante o cumprimento da meta estabelecida de 48,1% de reciclagem em 2040 o que enseja um monitoramento constante da sociedade para que ocorra um planejamento adequado, investimentos e maior conscientização e comprometimento da população para reversão deste preocupante quadro.

5.1.7 Subíndice Ambiental (IAMB)

O Subíndice Ambiental (IAMB) proposto e apresentado na Tabela 25 e respectivo gráfico nas Figura 9 e 10 foi calculado pela média simples dos 6 indicadores ambientais selecionados nesta subseção 5.1 para cada município e para o agregado da RMS, sem qualquer atribuição diferenciada de peso entre eles. Naturalmente, cada indicador tem um peso relativo de 16,67% no subíndice ambiental e 0,0833% no índice final (ISE)²². Portanto, um indicador de baixo desempenho tem capacidade de gerar um impacto significativo.

Neste sentido, é reforçada a importância de cada indicador no sentido da sustentabilidade – e saliente-se – nunca em detrimento de qualquer outro -, que procuram retratar a situação crítica da RMS quanto as grandes metas nacionais e internacionais ambientais e sua própria realidade.

A Tabela 25 evidencia os dados do IAMB de cada município e do agregado da RMS e sua evolução entre 2013 e 2019 sendo que podem ser melhor compreendidos pelo gráfico da Figura 9.

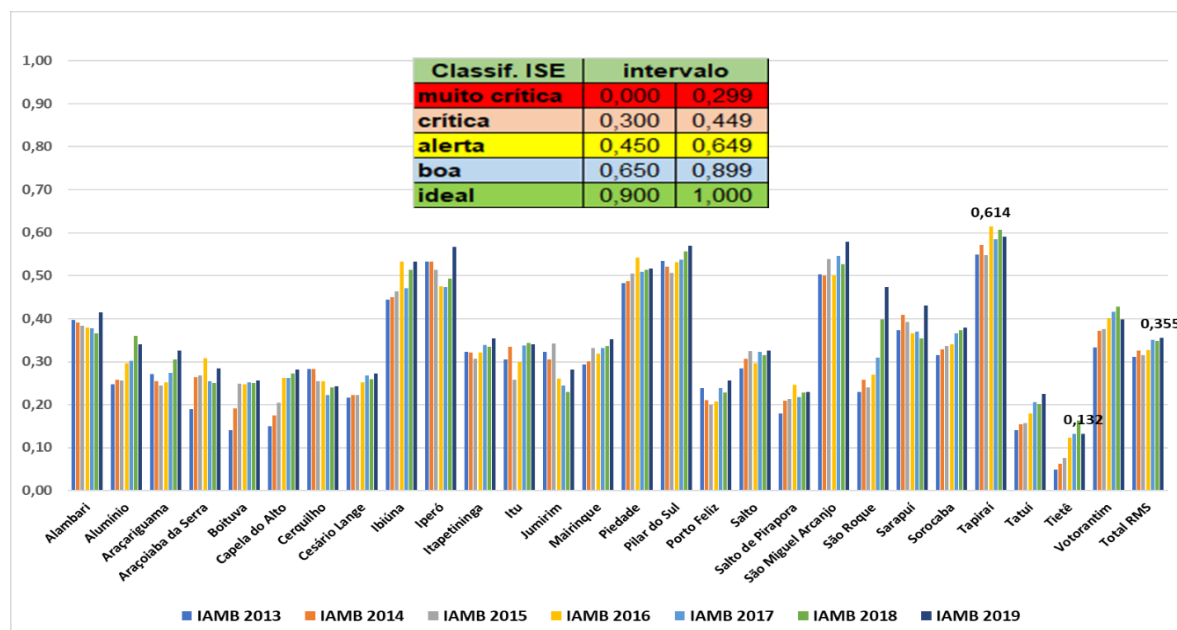
²² Diferentemente de índices como IDH, IDSC, etc. que aplicam a média geométrica nos subíndices visando calcular o índice final os quais são construídos com dezenas de variáveis, considerando que foi definido um pequeno número de indicadores, houve melhor resultado aplicando-se a média simples. As simulações de média geométrica reduziam significativamente o resultado.

Tabela 25 – Evolução dos Subíndices Ambientais dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,397	0,391	0,383	0,380	0,377	0,366	0,414
Alumínio	0,248	0,257	0,256	0,297	0,302	0,361	0,341
Araçariguama	0,271	0,256	0,244	0,252	0,275	0,305	0,326
Araçoiaba da Serra	0,190	0,263	0,268	0,308	0,255	0,250	0,284
Boituva	0,141	0,192	0,249	0,247	0,252	0,250	0,257
Capela do Alto	0,150	0,175	0,205	0,262	0,262	0,272	0,282
Cerquilha	0,283	0,283	0,255	0,255	0,222	0,240	0,243
Cesário Lange	0,216	0,223	0,222	0,252	0,268	0,259	0,272
Ibiúna	0,444	0,450	0,463	0,532	0,472	0,513	0,533
Iperó	0,533	0,534	0,514	0,475	0,474	0,493	0,566
Itapetininga	0,323	0,322	0,307	0,321	0,340	0,335	0,354
Itu	0,305	0,335	0,258	0,299	0,338	0,344	0,341
Jumirim	0,323	0,305	0,342	0,261	0,245	0,230	0,282
Mairinque	0,293	0,301	0,332	0,319	0,332	0,336	0,353
Piedade	0,483	0,487	0,505	0,542	0,510	0,513	0,516
Pilar do Sul	0,534	0,521	0,507	0,532	0,538	0,557	0,570
Porto Feliz	0,238	0,210	0,200	0,207	0,238	0,228	0,257
Salto	0,285	0,307	0,325	0,296	0,323	0,316	0,325
Salto de Pirapora	0,180	0,209	0,214	0,245	0,218	0,228	0,229
São Miguel Arcanjo	0,503	0,500	0,539	0,503	0,547	0,526	0,579
São Roque	0,230	0,258	0,240	0,270	0,309	0,398	0,475
Sarapuí	0,374	0,408	0,393	0,366	0,370	0,354	0,431
Sorocaba	0,315	0,328	0,337	0,341	0,365	0,373	0,380
Tapiraí	0,549	0,571	0,548	0,614	0,584	0,607	0,590
Tatuí	0,141	0,154	0,158	0,180	0,206	0,202	0,225
Tietê	0,050	0,063	0,075	0,123	0,132	0,163	0,132
Votorantim	0,333	0,372	0,377	0,401	0,415	0,427	0,399
Total RMS	0,311	0,326	0,316	0,328	0,351	0,349	0,355

Fonte: autoria própria

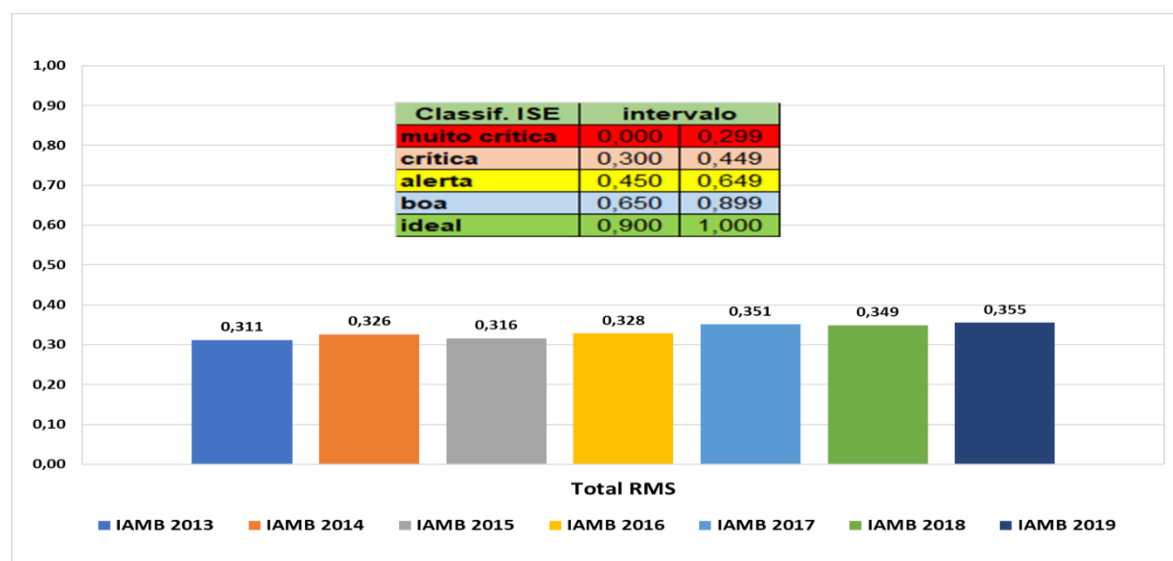
Figura 9 - Gráfico do IAMB - Subíndice Ambiental por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Para uma melhor visualização da Tabela 25 foi elaborado o gráfico da Figura 10 evidenciando somente o IAMB do agregado da RMS que, embora em ligeira elevação, de 0,311 em 2013 para 0,355 em 2019, está num patamar crítico.

Figura 10 - Gráfico do IAMB - Subíndice Ambiental da RMS: evolução entre 2013 e 2019



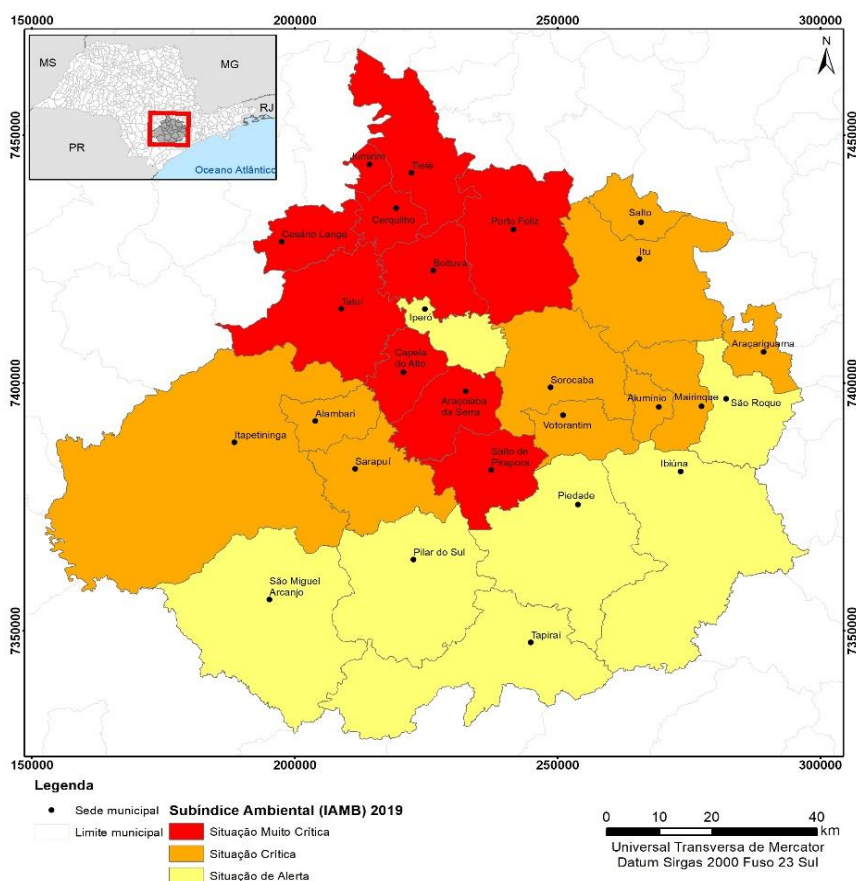
Fonte: autoria própria

Assim, como mencionado, o IAMB apresentou uma péssima performance, impactado principalmente por problemas em 4 dentre os 6 indicadores, especialmente quanto à: disponibilidade hídrica, perdas de água nos sistemas de saneamento, coleta seletiva e emissão de GEE.

O que evita um pior desempenho do IAMB são os resultados dos índices de cobertura vegetal e de coleta e tratamento de esgoto, especialmente este último, que tem apresentado significativa melhora e conseguem contribuir, mas ainda de modo insuficiente, pois se observa uma lenta e insuficiente evolução do referido índice.

Em síntese, apresenta-se na Figura 11 o mapa do IAMB por município da RMS.

Figura 11 - Mapa do IAMB por município da RMS, em 2019



Fonte: autoria própria

É possível notar no mapa da Figura 11 que os municípios da porção sul da RMS, com maior cobertura vegetal e disponibilidade hídrica, mas com outros desafios em coleta seletiva, tratamento de esgoto, emissão de gases efeito estufa estão

classificados como em situação de alerta e, quanto mais em sentido ao norte, os municípios classificam-se em situação crítica para muito crítica.

Visando contribuir para uma análise mais aprofundada, foram inseridos nos Apêndices A e B, respectivamente, os mapas e os dados do uso e ocupação do solo da RMS em contraste para os anos de 2000 e 2020 (dado mais atual). É possível notar uma desigualdade da cobertura vegetal que, embora bastante significativa no total da RMS, está concentrada principalmente nos municípios da porção sul da RMS enquanto nos municípios da porção centro-norte prevalece o cenário de pastagens, plantações e área urbanizadas.

5.2 INDICADORES E ÍNDICES SOCIOECONÔMICOS DO ISE: RESULTADOS DO SUBÍNDICE SOCIOECONÔMICO (ISEC)

Conforme descrito de modo detalhado os conceitos, dados e fórmulas na seção 4.4 – *Construção metodológica dos indicadores e índices* bem como, especialmente, o critério de seleção e justificativa de cada indicador visando à elaboração dos índices, especialmente o subíndice socioeconômico (ISEC), são apresentados, a seguir, os resultados obtidos entre 2013 e 2019 contendo a classificação de sustentabilidade (entre muito crítico até o ideal) e o índice de entropia de Theil “L”, de cada município e do agregado da RMS.

Na sequência são aplicados os limites propostos para o ISE a partir da Tabela 4 (seção 4.4.1) classificando cada município e respectivo indicador (e o agregado da RMS) em uma das 5 situações para os anos de 2013 e 2019:

- muito crítica (0,01 a 0,299),
- crítica (0,3 a 0,449),
- alerta (0,45 a 0,649),
- boa (0,65 a 0,899) e
- ideal (entre 0,9 e 1,0).

Na última etapa é apresentada a discussão do(s) gráfico(s) e tabela(s) com a variação dos índices calculados entre 2013 e 2019 por município e o agregado da RMS, demonstrando sua evolução no período

5.2.1 Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF)

Os resultados encontrados para a construção do Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) se inicia pela Tabela 26, que demonstra os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e são, portanto, base para a elaboração da Tabela 27 contendo os índices anuais ajustados por município variando entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 12 demonstrado o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 28 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 26 – Indicador do % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (DBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,1142	0,1168	0,1281	0,1215	0,1130	0,1032	0,0766
Alumínio	0,1254	0,1185	0,1257	0,1189	0,1121	0,1095	0,0912
Araçariguama	0,1310	0,1380	0,1287	0,1208	0,1488	0,1735	0,1475
Araçoiaba da Serra	0,0344	0,0416	0,0577	0,0808	0,0950	0,0978	0,0876
Boituva	0,0973	0,0906	0,0806	0,0798	0,0892	0,0914	0,0853
Capela do Alto	0,1299	0,1293	0,1337	0,1339	0,1753	0,1912	0,1728
Cerquilha	0,0361	0,0274	0,0252	0,0202	0,0166	0,0337	0,0349
Cesário Lange	0,1095	0,1105	0,1097	0,0932	0,0896	0,0827	0,0606
Ibiúna	0,1332	0,1082	0,1094	0,1130	0,1148	0,1214	0,1109
Iperó	0,0882	0,0823	0,0909	0,1284	0,1462	0,1410	0,1250
Itapetininga	0,1388	0,1160	0,1211	0,1102	0,0976	0,0933	0,0829
Itu	0,1037	0,1042	0,1042	0,1036	0,1156	0,1078	0,0925
Jumirim	0,0794	0,0799	0,0644	0,0762	0,0648	0,0833	0,0660
Mairinque	0,1301	0,1150	0,1301	0,1326	0,1332	0,1162	0,0979
Piedade	0,1220	0,1092	0,1073	0,1035	0,0970	0,1068	0,1046
Pilar do Sul	0,0981	0,0908	0,0885	0,0925	0,0972	0,0941	0,0791
Porto Feliz	0,1054	0,0974	0,0952	0,0842	0,0719	0,0635	0,0524
Salto	0,0456	0,0415	0,0470	0,0533	0,0606	0,0591	0,0523
Salto de Pirapora	0,1326	0,1263	0,1196	0,1193	0,1178	0,1145	0,1011
São Miguel Arcanjo	0,1237	0,1041	0,1019	0,0988	0,1124	0,1179	0,1053
São Roque	0,0722	0,0602	0,0588	0,0536	0,0661	0,0776	0,0699
Sarapuí	0,1872	0,1571	0,1370	0,1162	0,1112	0,0799	0,0613
Sorocaba	0,0521	0,0502	0,0623	0,0723	0,0782	0,0830	0,0699
Tapiraí	0,2149	0,2038	0,2178	0,1979	0,1840	0,1768	0,1617
Tatuí	0,1214	0,1048	0,1060	0,0964	0,0917	0,0908	0,0785
Tietê	0,0639	0,0577	0,0687	0,0695	0,0729	0,0699	0,0522

Tabela 26 - Indicador do % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (DBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Votorantim	0,0758	0,0606	0,0603	0,0609	0,0685	0,0743	0,0709
RMS	0,0856	0,0777	0,0825	0,0846	0,0887	0,0903	0,0788
Mínimo	0,0344	0,0274	0,0252	0,0202	0,0166	0,0337	0,0349
Máximo	0,2149	0,2038	0,2178	0,1979	0,1840	0,1912	0,1728
Desvio Padrão	0,0419	0,0386	0,0384	0,0342	0,0361	0,0360	0,0333
Mínimo Ajustado	0,0172	0,0137	0,0126	0,0101	0,0083	0,0168	0,0174
Máximo Ajustado	0,2171	0,2058	0,2200	0,1998	0,1858	0,1932	0,1745
Média Aritmética	0,5549	0,5619	0,5822	0,5357	0,4747	0,5170	0,5471
Média Geométrica	0,4702	0,4822	0,5059	0,4646	0,3874	0,4248	0,4508
Índ. Theil "L" padron.	0,153	0,142	0,131	0,133	0,184	0,178	0,176

Fonte: autoria própria com dados do SEEG

O índice de Theil “L” padronizado em 2019, de 0,176 (Tabela 26) também demonstra um nível de entropia de médio para baixo, ou seja, neste caso, é possível considerar um baixo grau de desigualdade deste indicador dentre os municípios da RMS. Em 2013 o índice de Theil “L” padronizado era ainda menor, em 0,153 também considerado baixo.

Tabela 27 – IDBF: Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,5148	0,4635	0,4430	0,4130	0,4103	0,5099	0,6232	alerta
Alumínio	0,4585	0,4544	0,4544	0,4265	0,4151	0,4746	0,5305	alerta
Araçariguama	0,4304	0,3526	0,4401	0,4164	0,2085	0,1116	0,1715	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,9139	0,8548	0,7825	0,6275	0,5113	0,5406	0,5533	alerta
Boituva	0,5990	0,5997	0,6723	0,6329	0,5440	0,5771	0,5681	alerta
Capela do Alto	0,4359	0,3979	0,4162	0,3476	0,0592	0,0108	0,0110	muito crítica
Cerquilha	0,9056	0,9288	0,9391	0,9467	0,9533	0,9044	0,8890	boa
Cesário Lange	0,5380	0,4961	0,5318	0,5620	0,5420	0,6267	0,7250	boa
Ibiúna	0,4198	0,5079	0,5335	0,4578	0,3998	0,4071	0,4050	crítica
Iperó	0,6449	0,6427	0,6224	0,3765	0,2228	0,2958	0,3150	crítica
Itapetininga	0,3918	0,4672	0,4768	0,4725	0,4967	0,5662	0,5832	alerta
Itu	0,5672	0,5287	0,5583	0,5074	0,3953	0,4843	0,5217	alerta
Jumirim	0,6886	0,6552	0,7505	0,6518	0,6814	0,6229	0,6906	boa
Mairinque	0,4351	0,4727	0,4335	0,3544	0,2961	0,4363	0,4876	alerta
Piedade	0,4757	0,5028	0,5435	0,5079	0,5001	0,4898	0,4446	crítica

Tabela 27 - IDBF: Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019

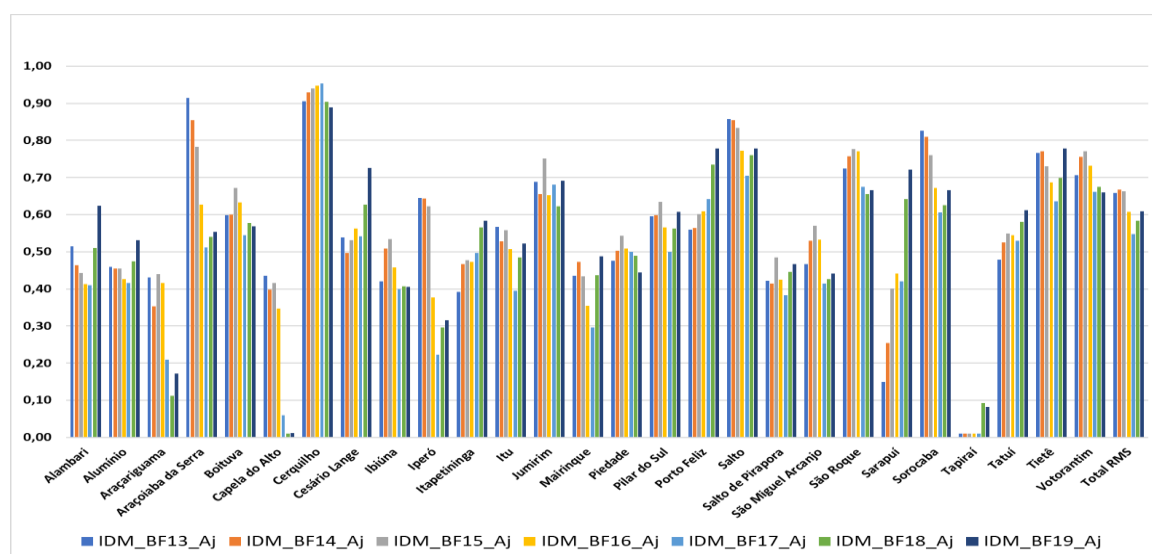
(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Pilar do Sul	0,5952	0,5985	0,6342	0,5660	0,4990	0,5621	0,6072	alerta
Porto Feliz	0,5589	0,5643	0,6016	0,6095	0,6416	0,7353	0,7775	boa
Salto	0,8578	0,8551	0,8342	0,7726	0,7053	0,7601	0,7780	boa
Salto de Pirapora	0,4224	0,4136	0,4842	0,4246	0,3833	0,4464	0,4672	alerta
São Miguel Arcanjo	0,4672	0,5296	0,5694	0,5325	0,4138	0,4267	0,4406	crítica
São Roque	0,7249	0,7576	0,7773	0,7709	0,6740	0,6556	0,6657	boa
Sarapuí	0,1495	0,2536	0,4002	0,4408	0,4202	0,6424	0,7209	boa
Sorocaba	0,8254	0,8099	0,7604	0,6721	0,6064	0,6251	0,6656	boa
Tapiraí	0,0108	0,0106	0,0105	0,0104	0,0104	0,0930	0,0816	muito crítica
Tatuí	0,4784	0,5256	0,5496	0,5453	0,5299	0,5804	0,6113	alerta
Tietê	0,7663	0,7708	0,7297	0,6872	0,6359	0,6989	0,7786	boa
Votorantim	0,7067	0,7556	0,7703	0,7321	0,6606	0,6744	0,6595	boa
Total RMS	0,6577	0,6667	0,6629	0,6073	0,5470	0,5834	0,6094	alerta

Fonte: autoria própria com dados do SEEG

A Tabela 27 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar um número positivo de cidades em situação boa ou ideal. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 27 tanto no gráfico da Figura 12 como no resumo de criticidade na Tabela 28.

Figura 12 - Gráfico do Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) dos municípios da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 28 – IPBF: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	2	7,4%	0	0,0%
boa	0,650 a 0,899	6	22,2%	10	37,0%
alerta	0,450 a 0,649	11	40,7%	10	37,0%
crítica	0,300 a 0,449	6	22,2%	4	14,8%
muito crítica	0,000 a 0,299	2	7,4%	3	11,1%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 28, o Índice % de Domicílios Beneficiários do Programa Bolsa Família (IDBF) em 25,9%% ou 7 de todos os 27 municípios estão em situação crítica ou muito crítica, sendo que o desempenho desde 2013 em termos de distribuição dos municípios, melhorou um pouco.

Considerando a faixa de alerta, crítica ou muito crítica no IDBF observa-se um total de 17 municípios (63%), o que é preocupante, ao passo que o índice que, em 2013 estava em 0,6577 piorou para 0,6094 em 2019.

Muito provavelmente, devido aos impactos socioeconômicos da pandemia de Covid-19, com elevação da pobreza e desemprego, o IDBF deve piorar nas futuras atualizações para 2020, 2021 e mesmo 2022.

5.2.2 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IDEB1)

Os resultados para a construção do Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IDEB1) encontram-se na Tabela 29 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 30 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 13 contemplando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 31 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 29 – Indicador % de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal (IIDEB1) entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	1,0189	1,0189	1,1071	1,1071	1,1525	1,1525	1,0656
Alumínio	0,9649	0,9649	0,9153	0,9153	1,0645	1,0645	1,0469
Araçariguama	1,0566	1,0566	1,0357	1,0357	1,0678	1,0678	1,0328
Araçoiaba da Serra	0,9016	0,9016	0,9524	0,9524	0,9692	0,9692	0,9701
Boituva	1,0517	1,0517	1,0984	1,0984	1,1270	1,1270	1,0303
Capela do Alto	0,9464	0,9464	1,0847	1,0847	1,0492	1,0492	1,0000
Cerquillo	1,0469	1,0469	1,0758	1,0758	1,1176	1,1176	1,0571
Cesário Lange	1,0727	1,0727	1,0172	1,0172	1,0500	1,0500	1,0159
Ibiúna	0,9623	0,9623	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9836
Iperó	1,0392	1,0392	1,0556	1,0556	1,0351	1,0351	0,9831
Itapetininga	1,0909	1,0909	1,0877	1,0877	1,0667	1,0667	1,0484
Itu	0,9825	0,9825	1,0000	1,0000	1,0161	1,0161	0,9531
Jumirim	1,0678	1,0678	1,0656	1,0656	1,0952	1,0952	1,0152
Mairinque	0,9825	0,9825	0,9661	0,9661	0,9355	0,9355	0,9375
Piedade	1,0000	1,0000	1,1000	1,1000	1,1111	1,1111	1,1231
Pilar do Sul	1,0000	1,0000	1,0833	1,0833	1,0968	1,0968	1,0769
Porto Feliz	1,0345	1,0345	1,0000	1,0000	1,0317	1,0317	0,9692
Salto	0,9516	0,9516	1,0313	1,0313	1,0303	1,0303	0,9855
Salto de Pirapora	1,0000	1,0000	1,0161	1,0161	1,0469	1,0469	0,9851
São Miguel Arcanjo	1,0351	1,0351	1,1167	1,1167	1,0645	1,0645	1,0000
São Roque	1,0182	1,0182	0,9828	0,9828	0,9833	0,9833	0,9683
Sarapuí	0,8621	0,8621	1,0000	1,0000	0,9365	0,9365	0,9394
Sorocaba	1,0169	1,0169	1,0323	1,0323	1,0469	1,0469	1,0000
Tapiraí	0,9286	0,9286	1,0862	1,0862	1,1475	1,1475	1,0317
Tatuí	1,0000	1,0000	1,0678	1,0678	1,0492	1,0492	1,0000
Tietê	0,9508	0,9508	0,9524	0,9524	0,8923	0,8923	1,0588
Votorantim	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9853
RMS	0,9979	0,9979	1,0331	1,0331	1,0419	1,0419	1,0088
Mínimo	0,8621	0,8621	0,9153	0,9153	0,8923	0,8923	0,9375
Máximo	1,091	1,091	1,117	1,117	1,153	1,153	1,123
Desvio Padrão	0,054	0,054	0,054	0,054	0,064	0,064	0,044
Mínimo Ajustado	0,647	0,647	0,686	0,686	0,669	0,669	0,703
Máximo Ajustado	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Média Aritmética	1,00	1,00	1,03	1,03	1,04	1,04	1,01
Média Geométrica	1,00	1,00	1,03	1,03	1,04	1,04	1,01
Índ. Theil "L" padron.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001

Fonte: autoria própria com dados do INEP/IDEB

O índice de Theil “L” (Tabela 29) padronizado em 2019, de 0,001 também demonstra nível de entropia quase nulo, ou seja, neste caso, praticamente não há

desigualdade deste indicador dentre os municípios da RMS, pois todos estão com um desempenho similar no indicador.

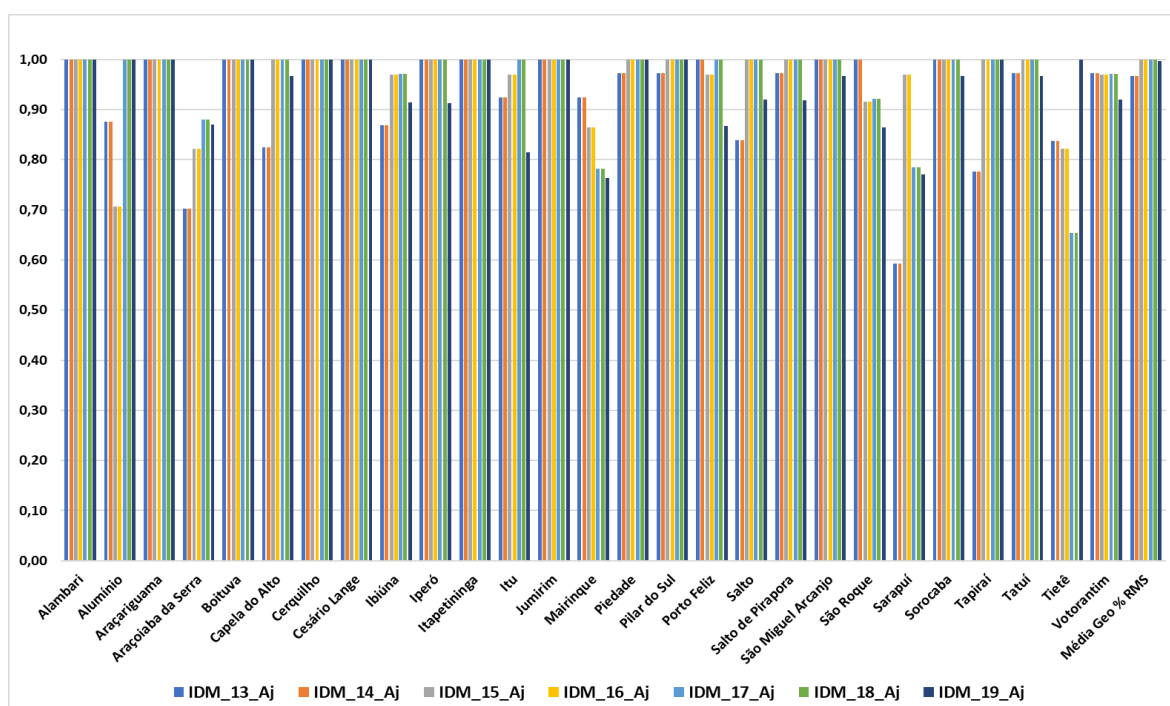
Tabela 30 – IDEB1: Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Alumínio	0,8759	0,8759	0,7072	0,7072	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçariguama	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçoiaba da Serra	0,7019	0,7019	0,8219	0,8219	0,8804	0,8804	0,8701	boa
Boituva	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Capela do Alto	0,8251	0,8251	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9674	ideal
Cerquillo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Cesário Lange	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Ibiúna	0,8687	0,8687	0,9691	0,9691	0,9707	0,9707	0,9140	ideal
Iperó	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9122	ideal
Itapetininga	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Itu	0,9242	0,9242	0,9691	0,9691	1,0000	1,0000	0,8147	boa
Jumirim	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Mairinque	0,9242	0,9242	0,8643	0,8643	0,7813	0,7813	0,7637	boa
Piedade	0,9725	0,9725	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Pilar do Sul	0,9725	0,9725	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Porto Feliz	1,0000	1,0000	0,9691	0,9691	1,0000	1,0000	0,8671	boa
Salto	0,8394	0,8394	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9202	ideal
Salto de Pirapora	0,9725	0,9725	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9188	ideal
São Miguel Arcanjo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9674	ideal
São Roque	1,0000	1,0000	0,9158	0,9158	0,9217	0,9217	0,8640	boa
Sarapuí	0,5930	0,5930	0,9691	0,9691	0,7843	0,7843	0,7699	boa
Sorocaba	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9674	ideal
Tapiraí	0,7760	0,7760	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Tatuí	0,9725	0,9725	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9674	ideal
Tietê	0,8372	0,8372	0,8219	0,8219	0,6546	0,6546	1,0000	ideal
Votorantim	0,9725	0,9725	0,9691	0,9691	0,9707	0,9707	0,9195	ideal
Total RMS	0,9668	0,9668	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9961	ideal

Fonte: autoria própria com dados do INEP/IDEB

A Tabela 30 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que todos estão em situação boa ou ideal. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 30 tanto no gráfico da Figura 13 como no resumo de criticidade na Tabela 31.

Figura 13 - Gráfico do IDEB1 - Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal, por cidade e agregado da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria com dados do INEP/IDEB

Tabela 31 – IDEB1 - Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	19	70,4%	21	77,8%
boa	0,650 a 0,899	7	25,9%	6	22,2%
alerta	0,450 a 0,649	1	3,7%	0	0,0%
crítica	0,300 a 0,449	0	0,0%	0	0,0%
muito crítica	0,000 a 0,299	0	0,0%	0	0,0%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 31, o Índice IDEB1 de desempenho quanto à meta Ideb para anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal é considerado ideal em 19 municípios (77,8%) e boa em 6 municípios (22,2%), não tendo municípios em situação de alerta, crítica ou muito crítica. Contudo, houve uma ligeira queda de rendimento em 2019, ainda antes da pandemia, o que deve ser um sinal de alerta.

5.2.3 Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2)

Os resultados para a construção do Índice % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2) encontram-se na Tabela 32 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 33 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 14 contemplando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 34 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 32 – Indicador do % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2) entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	1,1463	1,1463	1,0667	1,0667	1,0208	1,0208	1,0400
Alumínio	0,9149	0,9149	0,7647	0,7647	0,9623	0,9623	0,9286
Araçariguama	0,9375	0,9375	0,8462	0,8462	0,8889	0,8889	0,8596
Araçoiaba da Serra	0,8654	0,8654	0,9273	0,9273	0,8793	0,8793	0,8667
Boituva	0,9608	0,9608	1,0185	1,0185	0,9474	0,9474	0,9153
Capela do Alto	0,9545	0,9545	1,0417	1,0417	1,0000	1,0000	1,0000
Cerquilha	1,0769	1,0769	1,0179	1,0179	1,0345	1,0345	1,0500
Cesário Lange	0,9787	0,9787	0,9200	0,9200	0,9811	0,9811	0,9273
Ibiúna	0,9423	0,9423	0,9091	0,9091	0,8793	0,8793	0,8833
Iperó	0,9302	0,9302	0,8936	0,8936	0,9400	0,9400	0,9423
Itapetininga	0,9796	0,9796	1,0192	1,0192	0,9636	0,9636	0,9474
Itu	0,9000	0,9000	0,8889	0,8889	0,8929	0,8929	0,8983
Jumirim	0,9811	0,9811	0,8772	0,8772	0,9322	0,9322	0,9322
Mairinque	0,9545	0,9545	0,8980	0,8980	0,8393	0,8393	0,8197
Piedade	0,9038	0,9038	0,8727	0,8727	0,9138	0,9138	0,9167

Tabela 32 - Indicador do % de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual (IDEB2) entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pilar do Sul	0,9412	0,9412	1,0000	1,0000	0,9298	0,9298	1,0169
Porto Feliz	1,0435	1,0435	1,0000	1,0000	0,8654	0,8654	1,0364
Salto	0,8929	0,8929	0,8305	0,8305	0,8689	0,8689	0,8571
Salto de Pirapora	0,9400	0,9400	0,8889	0,8889	0,9286	0,9286	0,9153
São Miguel Arcanjo	1,0200	1,0200	1,0185	1,0185	0,9643	0,9643	0,9483
São Roque	0,8511	0,8511	0,8824	0,8824	0,9057	0,9057	0,8929
Sarapuí	0,9200	0,9200	0,9074	0,9074	0,8214	0,8214	0,9138
Sorocaba	0,8846	0,8846	0,9091	0,9091	0,8793	0,8793	0,9167
Tapiraí	0,9362	0,9362	0,9412	0,9412	0,8704	0,8704	0,9643
Tatuí	0,9375	0,9375	0,9020	0,9020	0,8889	0,8889	0,9286
Tietê	0,9783	0,9783	0,9592	0,9592	0,8846	0,8846	1,0556
Votorantim	0,9216	0,9216	0,8727	0,8727	0,9474	0,9474	0,9153
RMS	0,9497	0,9497	0,9259	0,9259	0,9181	0,9181	0,9347
Mínimo	0,8511	0,8511	0,7647	0,7647	0,8214	0,8214	0,8197
Máximo	1,15	1,15	1,07	1,07	1,03	1,03	1,06
Desvio Padrão	0,064	0,064	0,073	0,073	0,054	0,054	0,062
Mínimo Ajustado	0,638	0,638	0,574	0,574	0,616	0,616	0,615
Máximo Ajustado	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Média Aritmética	0,952	0,952	0,929	0,929	0,920	0,920	0,937
Média Geométrica	0,950	0,950	0,926	0,926	0,918	0,918	0,935
Índ. Theil "L" padron.	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002

Fonte: autoria própria com dados do INEP/IDEB

O índice de Theil "L" (Tabela 32) padronizado em 2019, de 0,002 também demonstra quase nulo nível de entropia, ou seja, neste caso, praticamente não há desigualdade deste indicador dentre os municípios da RMS, pois todos estão com um desempenho similar no indicador.

Tabela 33 – IDEB2: Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública municipal entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Alumínio	0,7441	0,7441	0,4380	0,4380	0,8788	0,8788	0,7940	boa
Araçariguama	0,8050	0,8050	0,6246	0,6246	0,6926	0,6926	0,6196	alerta
Araçoiaba da Serra	0,6109	0,6109	0,8105	0,8105	0,6682	0,6682	0,6374	alerta
Boituva	0,8676	0,8676	1,0000	1,0000	0,8410	0,8410	0,7603	boa
Capela do Alto	0,8508	0,8508	1,0000	1,0000	0,9746	0,9746	0,9747	ideal

Tabela 33 - IDEB2: Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública municipal entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Cerquilha	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Cesário Lange	0,9159	0,9159	0,7938	0,7938	0,9267	0,9267	0,7907	boa
Ibiúna	0,8179	0,8179	0,7688	0,7688	0,6682	0,6682	0,6795	boa
Iperó	0,7854	0,7854	0,7334	0,7334	0,8223	0,8223	0,8287	boa
Itapetininga	0,9182	0,9182	1,0000	1,0000	0,8823	0,8823	0,8415	boa
Itu	0,7041	0,7041	0,7225	0,7225	0,7026	0,7026	0,7174	boa
Jumirim	0,9223	0,9223	0,6957	0,6957	0,8025	0,8025	0,8032	boa
Mairinque	0,8508	0,8508	0,7433	0,7433	0,5666	0,5666	0,5185	alerta
Piedade	0,7144	0,7144	0,6855	0,6855	0,7558	0,7558	0,7639	boa
Pilar do Sul	0,8148	0,8148	0,9771	0,9771	0,7965	0,7965	1,0000	ideal
Porto Feliz	1,0000	1,0000	0,9771	0,9771	0,6329	0,6329	1,0000	ideal
Salto	0,6848	0,6848	0,5888	0,5888	0,6417	0,6417	0,6133	alerta
Salto de Pirapora	0,8117	0,8117	0,7225	0,7225	0,7933	0,7933	0,7603	boa
São Miguel Arcanjo	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8840	0,8840	0,8438	boa
São Roque	0,5724	0,5724	0,7075	0,7075	0,7351	0,7351	0,7036	boa
Sarapuí	0,7579	0,7579	0,7649	0,7649	0,5213	0,5213	0,7566	boa
Sorocaba	0,6627	0,6627	0,7688	0,7688	0,6682	0,6682	0,7639	boa
Tapiraí	0,8014	0,8014	0,8423	0,8423	0,6455	0,6455	0,8843	boa
Tatuí	0,8050	0,8050	0,7525	0,7525	0,6926	0,6926	0,7940	boa
Tietê	0,9146	0,9146	0,8836	0,8836	0,6817	0,6817	1,0000	ideal
Votorantim	0,7621	0,7621	0,6855	0,6855	0,8410	0,8410	0,7603	boa
Total RMS	0,8377	0,8377	0,8073	0,8073	0,7668	0,7668	0,8094	boa

Fonte: autoria própria com dados do INEP/IDEB

A Tabela 33 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação boa ou ideal. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 33 tanto no gráfico da Figura 14 como no resumo de criticidade na Tabela 34.

Figura 14 - Gráfico do IDEB2 - Índice de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual, por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019

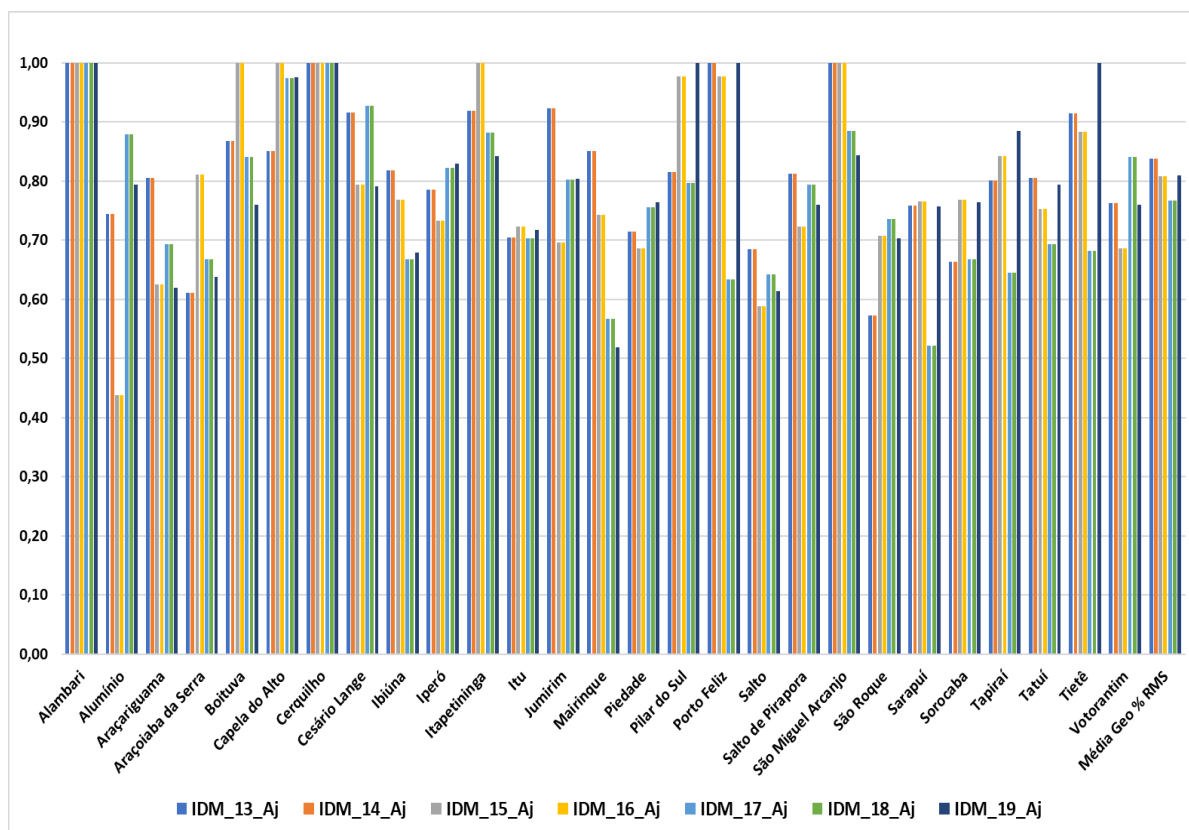


Tabela 34 – IDEB 2: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	8	29,6%	6	22,2%
boa	0,650 a 0,899	17	63,0%	17	63,0%
alerta	0,450 a 0,649	2	7,4%	4	14,8%
crítica	0,300 a 0,449	0	0,0%	0	0,0%
muito crítica	0,000 a 0,299	0	0,0%	0	0,0%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 34, o Índice IDEB2 de desempenho quanto à meta Ideb para anos finais do ensino fundamental da rede pública municipal é considerado ideal em 6 municípios (22,2%), boa em 17 municípios (63,0%) e apenas

4 com sinal de alerta (14,8%), sendo eles: Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Mairinque e Salto.

Contudo, observa-se que o desempenho do IDEB2 é inferior quando comparado com o IDEB1, apontando problemas de desempenho para a próxima etapa do ensino médio, possivelmente prejudicado por uma gama de problemas, dentre eles a evasão de alunos, municípios pequenos em que os alunos se deslocam para outras cidades, e outras questões estruturais.

5.2.4 Desempenho no Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU)

Os resultados para a construção do Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP²³ (ISAU) encontram-se na Tabela 35 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 36 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 15 contemplando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 37 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 35 – Indicador de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Alumínio	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	4,0
Araçariguama	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	8,0	4,0
Araçoiaba da Serra	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	4,0	4,0
Boituva	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	4,0
Capela do Alto	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0
Cerquilha	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0
Cesário Lange	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Ibiúna	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	4,0
Iperó	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	4,0
Itapetininga	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Itu	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,0	8,0
Jumirim	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0
Mairinque	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	4,0
Piedade	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	8,0

²³ Índice do TCE denominado “i-saúde”

Tabela 35 - Indicador de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pilar do Sul	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,0	4,0
Porto Feliz	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	9,0	9,0
Salto	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,0
Salto de Pirapora	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0
São Miguel Arcanjo	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	8,0	6,0
São Roque	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Sarapuí	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	6,0
Sorocaba	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Tapiraí	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	8,0
Tatuí	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Tietê	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0
Votorantim	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	6,0
RMS	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,6	6,5
Mínimo	4,00	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Máximo	9,00	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Desvio Padrão	2,02	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	1,9
Mínimo Ajustado	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Máximo Ajustado	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Média Aritmética	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,6	6,5
Média Geométrica	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	7,4	6,2
Índ. Theil "L" padron.	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,022	0,046

Fonte: autoria própria com dados do TCE-SP / I-EGM

O índice de Theil “L” padronizado calculado para 2019 (Tabela 35), de 0,046 demonstra nível muito baixo entropia, ou seja, apresenta um baixo grau de desigualdade do ISAU dentre os municípios da RMS. Comparando com o ano de 2013 o índice de Theil “L” padronizado estava em 0,049, ou seja, permaneceu praticamente estável.

Tabela 36 – Índice de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU) entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	boa
Alumínio	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,3548	0,0323	muito crítica
Araçariguama	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,6774	0,0323	muito crítica
Araçoiaba da Serra	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,0323	0,0323	muito crítica

Tabela 36 - Índice de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU) entre 2013 e 2019

(conclusão)

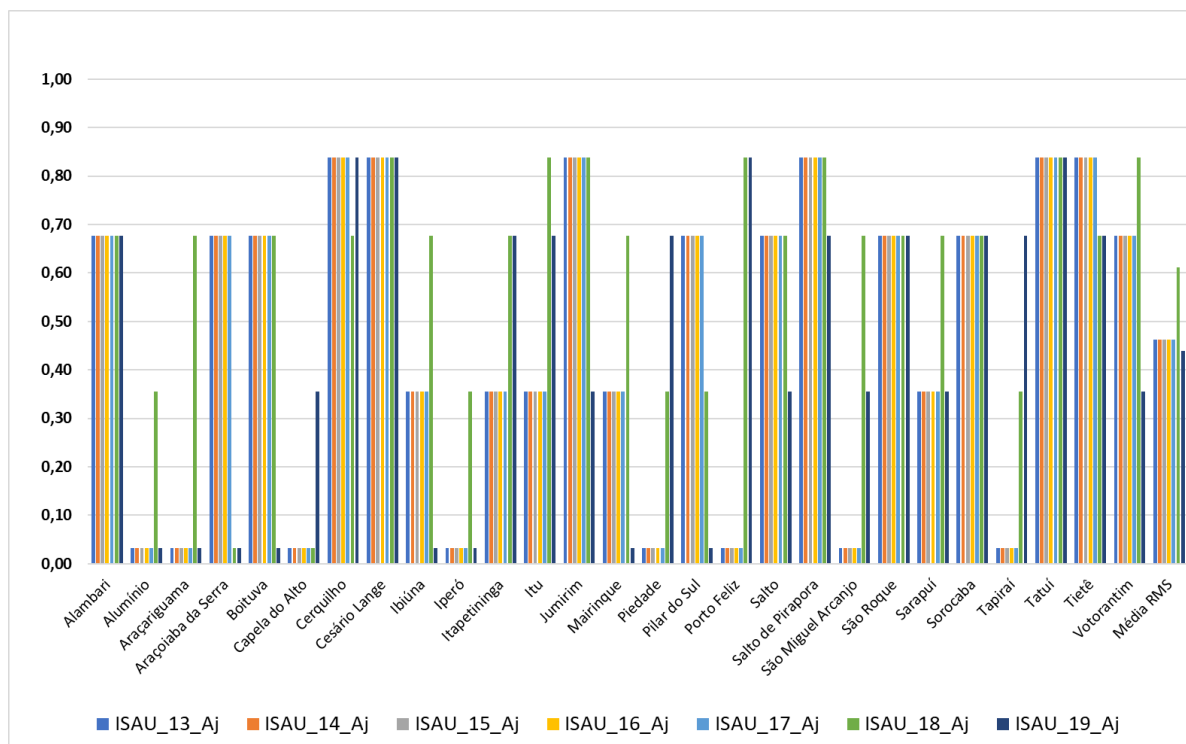
Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Boituva	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,0323	muito crítica
Capela do Alto	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,3548	crítica
Cerquilha	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,6774	0,8387	boa
Cesário Lange	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	boa
Ibiúna	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,6774	0,0323	muito crítica
Iperó	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,3548	0,0323	muito crítica
Itapetininga	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,6774	0,6774	boa
Itu	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,8387	0,6774	boa
Jumirim	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,3548	crítica
Mairinque	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,6774	0,0323	muito crítica
Piedade	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,3548	0,6774	boa
Pilar do Sul	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,3548	0,0323	muito crítica
Porto Feliz	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,8387	0,8387	boa
Salto	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,3548	crítica
Salto de Pirapora	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,6774	boa
São Miguel Arcanjo	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,6774	0,3548	crítica
São Roque	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	boa
Sarapuí	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,3548	0,6774	0,3548	crítica
Sorocaba	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	boa
Tapiraí	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,0323	0,3548	0,6774	boa
Tatuí	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	boa
Tietê	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,6774	0,6774	boa
Votorantim	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,6774	0,8387	0,3548	crítica
Total RMS	0,4624	0,4624	0,4624	0,4624	0,4624	0,6117	0,4385	crítica

Fonte: autoria própria com dados do TCE-SP / I-EGM

A Tabela 36 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que 51,8% estão em situação crítica ou muito crítica. Observa-se que no ano de 2018 houve uma melhora do desempenho em vários municípios, porém, que não conseguiram sustentar as avaliações, recuando em 2019. São eles: Araçariguama, Boituva, Ibiúna, Itu, Jumirim, Mairinque, Pilar do Sul, Salto, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, Sarapuí e Votorantim.

Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 36 tanto no gráfico da Figura 15 como no resumo de criticidade na Tabela 37.

Figura 15 - Gráfico ISAU Desempenho no Índice de Gestão da Saúde do TCE-SP por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 37 – ISAU: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	0	0,0%	0	0,0%
boa	0,650 a 0,899	14	51,9%	13	48,1%
alerta	0,450 a 0,649	0	0,0%	0	0,0%
crítica	0,300 a 0,449	5	18,5%	6	22,2%
muito crítica	0,000 a 0,299	8	29,6%	8	29,6%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 37, o Índice de desempenho em Gestão da Saúde do TCE-SP (ISAU) não foi considerado ideal nenhum dos 27 municípios e apenas 13 são considerados bons (48,1%). Em 14 municípios (51,8%) observa-se que estão enquadrados em situação crítica ou muito crítica.

Ainda quanto ao ano de 2019, no agregado da RMS no ISAU é considerado crítico, piorando significativamente em relação a 2018 quando alcançou 0,6117.

5.2.5 Índice do PIB per capita da RMS (IPIB)

Os resultados para a construção do Índice do PIB per capita da RMS (IPIB) encontram-se na Tabela 38 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 39 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 16 contemplando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 40 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 38 – Indicador do PIB per capita entre 2013 e 2019 (em mil)

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	R\$ 19,35	R\$ 18,18	R\$ 19,91	R\$ 19,26	R\$ 19,93	R\$ 18,25	R\$ 18,16
Alumínio	R\$ 126,36	R\$ 118,16	R\$ 130,19	R\$ 121,11	R\$ 112,60	R\$ 123,05	R\$ 120,22
Araçariguama	R\$ 106,52	R\$ 108,26	R\$ 104,65	R\$ 129,34	R\$ 152,90	R\$ 167,68	R\$ 167,10
Araçoiaba da Serra	R\$ 23,01	R\$ 23,66	R\$ 25,93	R\$ 22,42	R\$ 22,67	R\$ 28,48	R\$ 26,03
Boituva	R\$ 62,67	R\$ 66,55	R\$ 63,66	R\$ 51,61	R\$ 52,20	R\$ 44,35	R\$ 52,13
Capela do Alto	R\$ 18,08	R\$ 18,53	R\$ 17,67	R\$ 17,06	R\$ 15,41	R\$ 14,18	R\$ 15,37
Cerquilha	R\$ 49,21	R\$ 49,56	R\$ 45,40	R\$ 45,38	R\$ 42,68	R\$ 42,01	R\$ 42,21
Cesário Lange	R\$ 24,02	R\$ 25,61	R\$ 25,59	R\$ 26,48	R\$ 26,51	R\$ 26,45	R\$ 27,09
Ibiúna	R\$ 24,23	R\$ 26,25	R\$ 25,38	R\$ 24,56	R\$ 23,30	R\$ 23,42	R\$ 24,31
Iperó	R\$ 19,58	R\$ 19,11	R\$ 17,60	R\$ 18,13	R\$ 19,31	R\$ 20,24	R\$ 20,26
Itapetininga	R\$ 33,88	R\$ 34,50	R\$ 35,88	R\$ 30,89	R\$ 29,76	R\$ 31,41	R\$ 30,89
Itu	R\$ 63,79	R\$ 58,93	R\$ 56,59	R\$ 52,34	R\$ 47,75	R\$ 48,71	R\$ 48,99
Jumirim	R\$ 31,95	R\$ 31,25	R\$ 27,82	R\$ 34,50	R\$ 36,52	R\$ 35,97	R\$ 37,80
Mairinque	R\$ 48,10	R\$ 46,49	R\$ 45,63	R\$ 37,18	R\$ 40,07	R\$ 42,99	R\$ 37,20
Piedade	R\$ 25,89	R\$ 28,17	R\$ 26,92	R\$ 26,47	R\$ 24,60	R\$ 23,53	R\$ 24,23
Pilar do Sul	R\$ 21,28	R\$ 24,44	R\$ 24,83	R\$ 25,02	R\$ 24,83	R\$ 25,07	R\$ 26,53
Porto Feliz	R\$ 37,09	R\$ 38,56	R\$ 37,83	R\$ 39,89	R\$ 42,97	R\$ 52,73	R\$ 58,27
Salto	R\$ 65,53	R\$ 67,59	R\$ 66,81	R\$ 61,47	R\$ 64,44	R\$ 66,69	R\$ 67,64
Salto de Pirapora	R\$ 42,92	R\$ 44,26	R\$ 35,92	R\$ 39,13	R\$ 39,56	R\$ 40,35	R\$ 43,09
São Miguel Arcanjo	R\$ 21,29	R\$ 23,64	R\$ 22,85	R\$ 23,86	R\$ 22,60	R\$ 22,12	R\$ 24,54
São Roque	R\$ 35,82	R\$ 36,10	R\$ 36,06	R\$ 34,77	R\$ 34,92	R\$ 35,91	R\$ 36,45
Sarapuí	R\$ 17,21	R\$ 17,63	R\$ 17,39	R\$ 15,83	R\$ 15,99	R\$ 15,21	R\$ 15,92
Sorocaba	R\$ 68,33	R\$ 64,20	R\$ 62,00	R\$ 54,96	R\$ 53,81	R\$ 56,37	R\$ 57,23
Tapiraí	R\$ 21,43	R\$ 24,67	R\$ 23,72	R\$ 21,98	R\$ 19,45	R\$ 18,97	R\$ 19,19
Tatuí	R\$ 42,20	R\$ 41,05	R\$ 38,34	R\$ 37,29	R\$ 34,64	R\$ 35,29	R\$ 35,01
Tietê	R\$ 57,72	R\$ 57,13	R\$ 54,31	R\$ 49,70	R\$ 47,53	R\$ 46,96	R\$ 45,52
Votorantim	R\$ 37,58	R\$ 55,14	R\$ 49,35	R\$ 30,24	R\$ 27,45	R\$ 27,28	R\$ 28,70
RMS	R\$ 51,64	R\$ 51,41	R\$ 49,67	R\$ 44,81	R\$ 43,96	R\$ 45,56	R\$ 46,29

Tabela 38 - Indicador do PIB per capita entre 2013 e 2019 (em mil)

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Mínimo	R\$ 17,21	R\$ 17,63	R\$ 17,39	R\$ 15,83	R\$ 15,41	R\$ 14,18	R\$ 15,37
Máximo	R\$ 126,36	R\$ 118,16	R\$ 130,19	R\$ 129,34	R\$ 152,90	R\$ 167,68	R\$ 167,10
Desvio Padrão	R\$ 26,86	R\$ 25,66	R\$ 26,52	R\$ 27,49	R\$ 29,98	R\$ 33,21	R\$ 32,88
Mínimo Ajustado	R\$ 10,33	R\$ 10,58	R\$ 10,43	R\$ 9,50	R\$ 9,24	R\$ 8,51	R\$ 9,22
Máximo Ajustado	R\$ 84,82	R\$ 86,49	R\$ 84,31	R\$ 80,81	R\$ 81,07	R\$ 83,97	R\$ 85,19
Média Aritmética	R\$ 42,41	R\$ 43,25	R\$ 42,16	R\$ 40,40	R\$ 40,53	R\$ 41,99	R\$ 42,60
Média Geométrica	R\$ 36,27	R\$ 37,49	R\$ 36,38	R\$ 34,65	R\$ 34,21	R\$ 34,77	R\$ 35,49
Índ. Theil "L" padron.	0,145	0,133	0,137	0,142	0,156	0,172	0,167

Fonte: autoria própria com dados do IBGE

O índice de Theil “L” (Tabela 38) padronizado calculado para 2019 , de 0,167 demonstra um baixo de nível entropia, ou seja, apresenta um baixo grau de desigualdade do IPIB dentre os municípios da RMS. Comparando com o ano de 2013 o índice de Theil “L” padronizado estava em 0,145 e, embora tenha se elevado um pouco, está no mesmo patamar.

Tabela 39 – Índice do PIB per capita entre 2013 e 2019 (IPIB)

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,2983	0,2576	0,3094	0,3302	0,3538	0,3331	0,3047	crítica
Alumínio	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçariguama	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçoiaba da Serra	0,3804	0,3830	0,4357	0,4013	0,4131	0,5276	0,4667	alerta
Boituva	0,8563	0,8753	0,8656	0,7906	0,7973	0,7211	0,7791	boa
Capela do Alto	0,2659	0,2669	0,2522	0,2737	0,2353	0,2231	0,2298	muito crítica
Cerquilha	0,7414	0,7349	0,7038	0,7306	0,7046	0,6975	0,6841	boa
Cesário Lange	0,4008	0,4207	0,4294	0,4790	0,4852	0,4954	0,4847	alerta
Ibiúna	0,4050	0,4325	0,4254	0,4439	0,4257	0,4423	0,4359	crítica
Iperó	0,3039	0,2815	0,2502	0,3021	0,3393	0,3785	0,3540	crítica
Itapetininga	0,5643	0,5626	0,5911	0,5510	0,5384	0,5704	0,5437	alerta
Itu	0,8647	0,8174	0,8092	0,7972	0,7563	0,7621	0,7511	boa
Jumirim	0,5363	0,5155	0,4695	0,6025	0,6327	0,6296	0,6345	alerta
Mairinque	0,7306	0,7045	0,7062	0,6375	0,6754	0,7075	0,6273	alerta
Piedade	0,4366	0,4661	0,4536	0,4787	0,4509	0,4442	0,4344	crítica
Pilar do Sul	0,3434	0,3986	0,4150	0,4524	0,4551	0,4719	0,4752	alerta
Porto Feliz	0,6072	0,6155	0,6165	0,6703	0,7076	0,7967	0,8292	boa
Salto	0,8775	0,8826	0,8887	0,8723	0,8943	0,8993	0,8963	boa
Salto de Pirapora	0,6765	0,6811	0,5917	0,6613	0,6696	0,6798	0,6935	boa
São Miguel Arcanjo	0,3435	0,3827	0,3752	0,4302	0,4117	0,4173	0,4401	crítica

Tabela 39 - Índice do PIB per capita entre 2013 e 2019 (IPIB)

(conclusão)

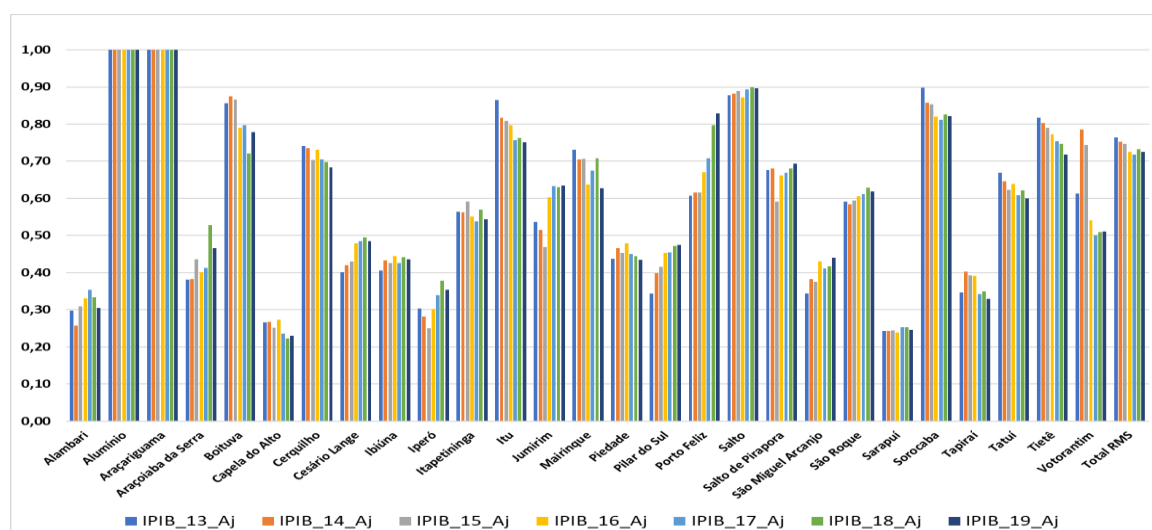
Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
São Roque	0,5907	0,5842	0,5935	0,6062	0,6121	0,6289	0,6182	alerta
Sarapuí	0,2426	0,2431	0,2445	0,2386	0,2525	0,2537	0,2454	muito crítica
Sorocaba	0,8974	0,8582	0,8529	0,8200	0,8112	0,8259	0,8211	boa
Tapiraí	0,3468	0,4029	0,3931	0,3919	0,3425	0,3501	0,3295	crítica
Tatuí	0,6685	0,6453	0,6229	0,6389	0,6084	0,6213	0,6000	alerta
Tietê	0,8172	0,8026	0,7895	0,7730	0,7541	0,7461	0,7181	boa
Votorantim	0,6135	0,7858	0,7437	0,5410	0,5013	0,5088	0,5106	alerta
Total RMS	0,7644	0,7524	0,7468	0,7246	0,7181	0,7329	0,7257	boa

Fonte: autoria própria com dados do IBGE

A Tabela 39 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação de alerta, crítica ou muito crítica. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 39 tanto no gráfico da Figura 16 como no resumo de criticidade na Tabela 40.

A RMS sofreu com a queda do Índice do PIB per capita entre 2013 e 2019, especialmente a partir de 2015 com a recessão econômica enfrentada pelo país. Porém, alguns municípios se destacaram positivamente, como: Cesário Lange, Ibiúna, Iperó, Porto Feliz, São Miguel Arcanjo e São Roque. Foram municípios que estavam, à época, com fortes investimentos, sobretudo no setor imobiliário, com lançamentos ou novas fases em condomínios de alto padrão.

Figura 16 - Gráfico do Índice do PIB Per Capita (IPIB) por município da RMS entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Tabela 40 – IPIB: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação		Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal	0,900 a 1,000	2	7,4%	2	7,4%
boa	0,650 a 0,899	9	33,3%	8	29,6%
alerta	0,450 a 0,649	5	18,5%	9	33,3%
crítica	0,300 a 0,449	8	29,6%	6	22,2%
muito crítica	0,000 a 0,299	3	11,1%	2	7,4%
Total		27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 40, observa-se que 8 (29,6%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao IPIB, sendo eles: São Miguel Arcanjo, Ibiúna, Piedade, Iperó, Tapiraí, Alambari, Sarapuí e Capela do Alto. Exceto Iperó, referidas cidades são tipicamente agrícolas. Em alerta são 9 municípios (33,3%) e em situação boa ou ideal são 10 cidades (37,0%).

5.2.6 Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 a 64 anos (IOCUP)

Os resultados para a construção do Índice % de pessoal ocupado em relação à população entre 15 e 64 anos (IOCUP) encontram-se na Tabela 41 evidenciando os indicadores por município e o agregado da RMS entre 2013 e 2019 e, com os quais foi gerada a Tabela 42 contendo os índices entre 0,01 e 1,0 e, ainda, a respectiva Figura 17 contemplando o gráfico da evolução por município. Também é apresentado na Tabela 43 o enquadramento dos municípios conforme situação de criticidade no índice comparando somente os anos de 2013 e 2019.

Tabela 41 – Indicador desempenho % de pessoal ocupado em relação à população de 15 e 64 anos entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,2390	0,2556	0,2276	0,2533	0,2715	0,2546	0,2702
Alumínio	0,6379	0,6031	0,5669	0,5282	0,5361	0,5342	0,5175
Araçariguama	0,7580	0,7683	0,7755	0,7718	0,7699	0,7639	0,7203
Araçoiaba da Serra	0,2932	0,2945	0,2876	0,2626	0,2750	0,2920	0,3082

Tabela 41 - Indicador desempenho % de pessoal ocupado em relação à população de 15 e 64 anos entre 2013 e 2019

(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Boituva	0,6546	0,6614	0,6538	0,6130	0,6430	0,6314	0,5767
Capela do Alto	0,3000	0,2485	0,2791	0,2626	0,2675	0,2742	0,2576
Cerquilha	0,4938	0,5427	0,4758	0,4621	0,4561	0,4495	0,4417
Cesário Lange	0,3773	0,3586	0,3656	0,3446	0,3280	0,3292	0,3417
Ibiúna	0,2266	0,2401	0,2389	0,2452	0,2412	0,2478	0,2438
Iperó	0,2887	0,2843	0,2628	0,2486	0,2425	0,2920	0,2481
Itapetininga	0,3752	0,3734	0,3690	0,3554	0,3481	0,3454	0,3462
Itu	0,5975	0,5870	0,5410	0,5201	0,5240	0,5201	0,5250
Jumirim	0,5946	0,6062	0,5831	0,5889	0,5877	0,5849	0,6058
Mairinque	0,3529	0,3272	0,3177	0,3144	0,3132	0,3383	0,3448
Piedade	0,2457	0,2370	0,2372	0,2365	0,2131	0,2177	0,2194
Pilar do Sul	0,3720	0,3572	0,3608	0,3553	0,3532	0,3471	0,2896
Porto Feliz	0,4140	0,4066	0,4034	0,4021	0,4092	0,4253	0,4430
Salto	0,4731	0,4583	0,4353	0,4207	0,4138	0,4344	0,4366
Salto de Pirapora	0,2679	0,2514	0,2457	0,2336	0,2381	0,2175	0,2188
São Miguel Arcanjo	0,2352	0,2172	0,2117	0,2063	0,2074	0,1995	0,2042
São Roque	0,3905	0,4127	0,4079	0,3850	0,3754	0,3852	0,3928
Sarapuí	0,3656	0,3464	0,3141	0,3113	0,2882	0,3082	0,2317
Sorocaba	0,5394	0,5436	0,5068	0,4827	0,4747	0,4773	0,4889
Tapiraí	0,2263	0,2429	0,2345	0,2258	0,2229	0,2262	0,2170
Tatuí	0,4522	0,4331	0,4094	0,3988	0,3817	0,3825	0,3828
Tietê	0,5846	0,6177	0,5716	0,5452	0,5464	0,5276	0,5263
Votorantim	0,2859	0,2870	0,2812	0,2567	0,2602	0,2578	0,2651
RMS	0,4546	0,4538	0,4311	0,4135	0,4094	0,4122	0,4141
Mínimo	0,226	0,217	0,212	0,206	0,207	0,200	0,204
Máximo	0,758	0,768	0,776	0,772	0,770	0,764	0,720
Desvio Padrão	0,41	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Mínimo Ajustado	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18
Máximo Ajustado	0,68	0,69	0,70	0,69	0,69	0,69	0,65
Média Aritmética	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Média Geométrica	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Índ. Theil "L" padron.	0,063	0,067	0,064	0,063	0,065	0,062	0,064

Fonte: autoria própria com dados do IBGE

O índice de Theil “L” padronizado (Tabela 41) calculado para 2019, de 0,064 demonstra um nível muito baixo entropia, ou seja, apresenta um baixo grau de desarranjo do IOCUP dentre os municípios da RMS. Comparando com o ano de 2013 o índice de Theil “L” padronizado estava em 0,063 ou seja, praticamente no mesmo patamar.

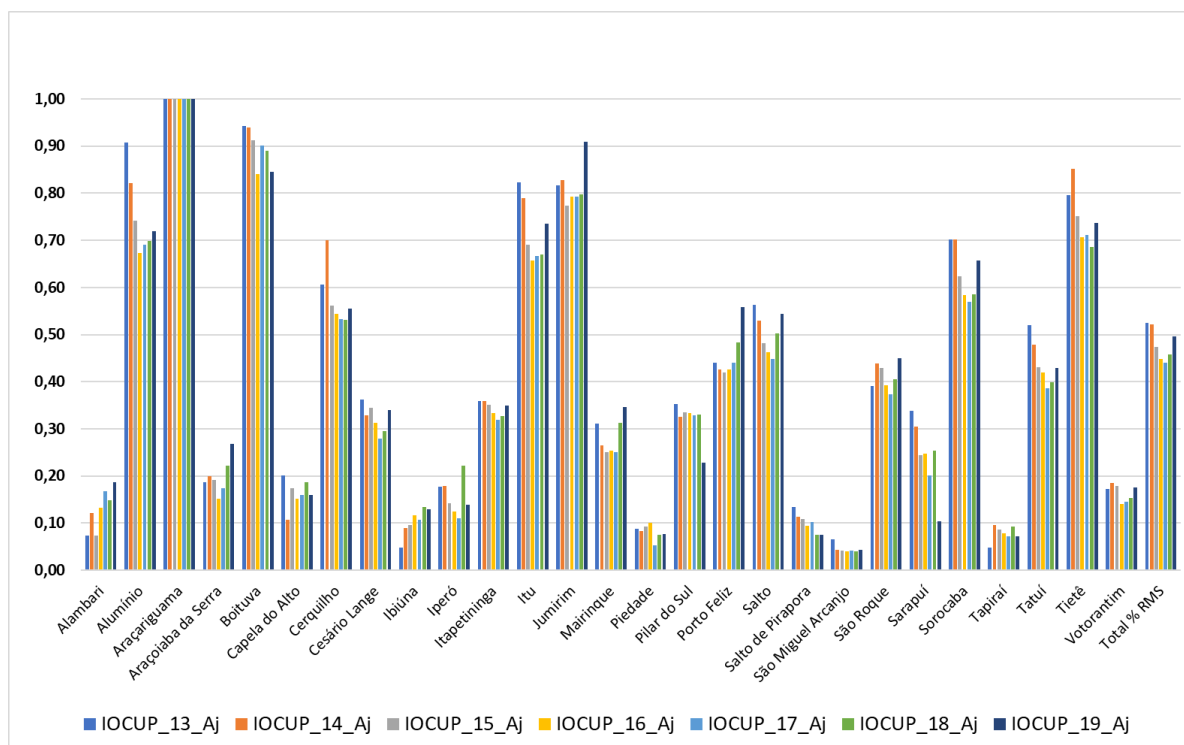
Tabela 42 – IOCUP - Índice % do pessoal ocupado em relação à população de 15 a 64 anos entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Situação
Alambari	0,0738	0,1212	0,0731	0,1330	0,1676	0,1478	0,1860	muito crítica
Alumínio	0,9075	0,8218	0,7416	0,6730	0,6903	0,6982	0,7185	boa
Araçariguama	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	ideal
Araçoiaba da Serra	0,1871	0,1998	0,1913	0,1513	0,1744	0,2215	0,2679	muito crítica
Boituva	0,9423	0,9394	0,9129	0,8397	0,9014	0,8895	0,8458	boa
Capela do Alto	0,2014	0,1069	0,1744	0,1513	0,1596	0,1863	0,1589	muito crítica
Cerquilha	0,6062	0,7002	0,5622	0,5432	0,5323	0,5315	0,5553	alerta
Cesário Lange	0,3629	0,3290	0,3450	0,3123	0,2792	0,2946	0,3401	crítica
Ibiúna	0,0480	0,0900	0,0953	0,1170	0,1078	0,1343	0,1292	muito crítica
Iperó	0,1777	0,1791	0,1423	0,1238	0,1102	0,2214	0,1385	muito crítica
Itapetininga	0,3585	0,3587	0,3517	0,3336	0,3189	0,3265	0,3496	crítica
Itu	0,8230	0,7894	0,6906	0,6571	0,6664	0,6704	0,7345	boa
Jumirim	0,8169	0,8281	0,7736	0,7924	0,7922	0,7980	0,9085	ideal
Mairinque	0,3119	0,2656	0,2506	0,2531	0,2500	0,3126	0,3467	crítica
Piedade	0,0877	0,0838	0,0920	0,0999	0,0522	0,0750	0,0769	muito crítica
Pilar do Sul	0,3518	0,3261	0,3356	0,3334	0,3291	0,3298	0,2279	muito crítica
Porto Feliz	0,4396	0,4257	0,4196	0,4254	0,4397	0,4838	0,5580	alerta
Salto	0,5631	0,5299	0,4823	0,4618	0,4487	0,5018	0,5443	alerta
Salto de Pirapora	0,1343	0,1128	0,1087	0,0943	0,1016	0,0748	0,0755	muito crítica
São Miguel Arcanjo	0,0659	0,0438	0,0417	0,0405	0,0410	0,0393	0,0439	muito crítica
São Roque	0,3904	0,4380	0,4283	0,3918	0,3729	0,4048	0,4500	alerta
Sarapuí	0,3384	0,3044	0,2436	0,2469	0,2006	0,2533	0,1033	muito crítica
Sorocaba	0,7015	0,7018	0,6232	0,5837	0,5691	0,5861	0,6569	boa
Tapiraí	0,0473	0,0956	0,0866	0,0789	0,0716	0,0919	0,0716	muito crítica
Tatuí	0,5194	0,4792	0,4314	0,4189	0,3853	0,3995	0,4284	crítica
Tietê	0,7960	0,8512	0,7509	0,7065	0,7106	0,6853	0,7373	boa
Votorantim	0,1719	0,1846	0,1787	0,1397	0,1453	0,1540	0,1751	muito crítica
Total RMS	0,5243	0,5209	0,4741	0,4477	0,4400	0,4581	0,4958	alerta

Fonte: autoria própria com dados do IBGE

A Tabela 42 evidencia os índices calculados entre 0,01 (muito crítica) e 1,0 (ideal) para os 27 municípios e para o total da RMS. É possível observar que a grande maioria está em situação crítica ou muito crítica. Para uma melhor compreensão é possível observar os dados da Tabela 42 tanto no gráfico da Figura 17 como no resumo de criticidade na Tabela 43.

Figura 17 - Gráfico Índice % de Pessoal Ocupado em relação à população de 15 e 64 anos por município da RMS entre 2013 e 2019 (IOCUP)



Fonte: autoria própria

Tabela 43 – IOCUP: Resumo dos municípios da RMS conforme situação

Intervalo de Classificação	Qtde.	2013 Peso%	Qtde.	2019 Peso%
ideal 0,900 a 1,000	3	11,1%	2	7,4%
boa 0,650 a 0,899	4	14,8%	5	18,5%
alerta 0,450 a 0,649	3	11,1%	4	14,8%
crítica 0,300 a 0,449	7	25,9%	4	14,8%
muito crítica 0,000 a 0,299	10	37,0%	12	44,4%
Total	27	100,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria

Conforme é possível aferir na Tabela 43, observa-se que 16 (59,2%) dentre os 27 municípios da RMS estão em situação crítica ou muito crítica quanto ao IOCUP. Em alerta são mais 4 municípios (14,6%) e em situação boa ou ideal são apenas 7 cidades (25,9%).

Conforme a Tabela 42 o IOCUP da RMS em 2019 de 0,4958 está em situação de alerta e recuou em relação ao índice de 0,5243 apurado em 2013, sendo um dos pontos sensíveis da RMS no campo socioeconômico que depende da conjuntura nacional, mas também de políticas locais e metropolitanas que permitam ampliar investimentos produtivos geradores de empregos.

5.2.7 Subíndice Socioeconômico (ISEC)

O Subíndice Socioeconômico (ISEC) proposto e apresentado na Tabela 44 e respectivo gráfico das Figuras 18 e 19 foi calculado pela média simples dos 6 índices socioeconômicos selecionados nesta subseção 5.2 para cada município e para o agregado da RMS, sem qualquer peso entre eles. Naturalmente, como mencionado ao final da seção 5.1.7 (IAMB) cada indicador tem um peso relativo de 16,67% no subíndice ambiental e depois 0,0833% no índice final. Portanto, um indicador de baixo desempenho tem capacidade de gerar um impacto significativo. Neste sentido, é reforçada a importância de cada indicador desta seção 5.2 no sentido da sustentabilidade socioeconômica – e saliente-se – nunca em detrimento de qualquer outro; porém, retratam a situação pouco mais confortável da RMS em relação aos indicadores ambientais que estão muito críticos e com os sinais de alerta acesos.

No tocante ao ISEC da RMS, o mesmo, como mencionado, apresentou uma boa performance, mas foi impactado negativamente principalmente por problemas em 2 de 6 indicadores como o ISAU (0,438) e o IOCUP (0,496). O IDBF foi o 3º pior índice do conjunto, mas com 0,609.

Tabela 44 – Evolução dos Subíndices Socioeconômicos (ISEC) dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019

(continua)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,594	0,587	0,584	0,592	0,602	0,611	0,632
Alumínio	0,670	0,655	0,562	0,546	0,669	0,734	0,679
Araçariguama	0,711	0,698	0,683	0,679	0,656	0,747	0,637
Araçoiaba da Serra	0,579	0,571	0,620	0,582	0,554	0,478	0,471
Boituva	0,824	0,827	0,855	0,823	0,794	0,784	0,664
Capela do Alto	0,435	0,413	0,479	0,467	0,410	0,405	0,449
Cerquilha	0,849	0,867	0,841	0,843	0,838	0,802	0,828
Cesário Lange	0,676	0,667	0,656	0,664	0,679	0,697	0,697

Tabela 44 - Evolução dos Subíndices Socioeconômicos (ISEC) dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019

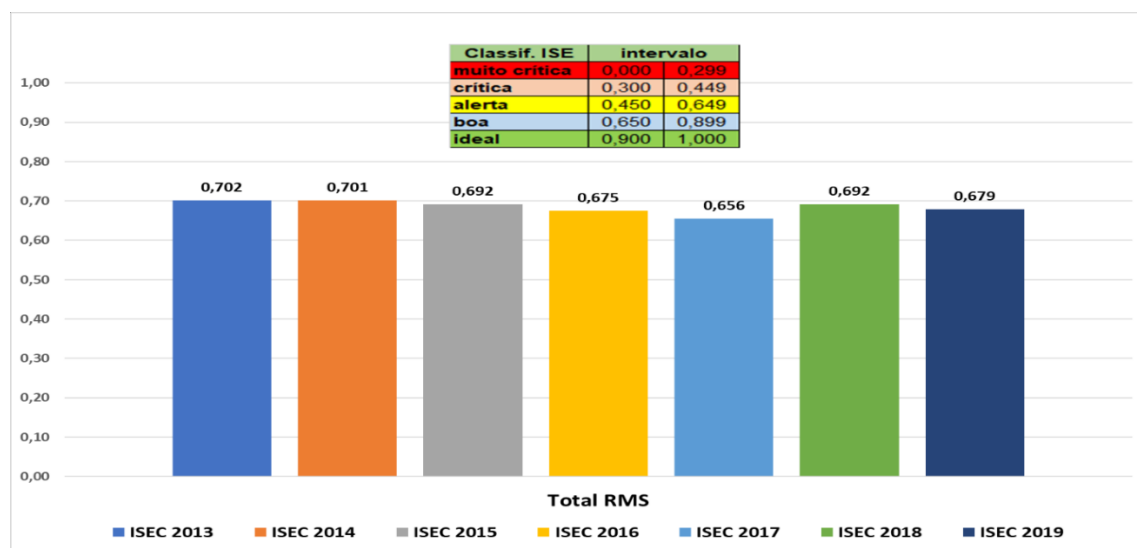
(conclusão)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ibiúna	0,486	0,512	0,524	0,519	0,488	0,550	0,433
Iperó	0,491	0,487	0,463	0,428	0,421	0,512	0,430
Itapetininga	0,598	0,610	0,629	0,619	0,599	0,670	0,666
Itu	0,706	0,686	0,684	0,668	0,646	0,743	0,703
Jumirim	0,800	0,793	0,755	0,764	0,791	0,782	0,732
Mairinque	0,601	0,595	0,559	0,535	0,487	0,580	0,463
Piedade	0,453	0,462	0,468	0,467	0,465	0,520	0,566
Pilar do Sul	0,626	0,631	0,673	0,668	0,626	0,586	0,557
Porto Feliz	0,606	0,606	0,603	0,614	0,576	0,748	0,812
Salto	0,750	0,745	0,745	0,729	0,728	0,747	0,684
Salto de Pirapora	0,643	0,638	0,624	0,624	0,631	0,639	0,599
São Miguel Arcanjo	0,485	0,498	0,503	0,506	0,464	0,574	0,515
São Roque	0,659	0,672	0,683	0,678	0,666	0,671	0,663
Sarapuí	0,406	0,418	0,496	0,503	0,422	0,522	0,492
Sorocaba	0,794	0,785	0,780	0,754	0,722	0,730	0,759
Tapiraí	0,336	0,353	0,394	0,393	0,350	0,423	0,507
Tatuí	0,714	0,711	0,699	0,699	0,676	0,689	0,707
Tietê	0,828	0,836	0,802	0,785	0,713	0,691	0,819
Votorantim	0,651	0,690	0,671	0,624	0,633	0,665	0,563
Total RMS	0,702	0,701	0,692	0,675	0,656	0,692	0,679

Fonte: autoria própria

A Tabela 44 evidencia os dados do ISEC de cada município e do agregado da RMS entre 2013 e 2019 sendo que podem ser melhor compreendidos pelo gráfico da Figura 18.

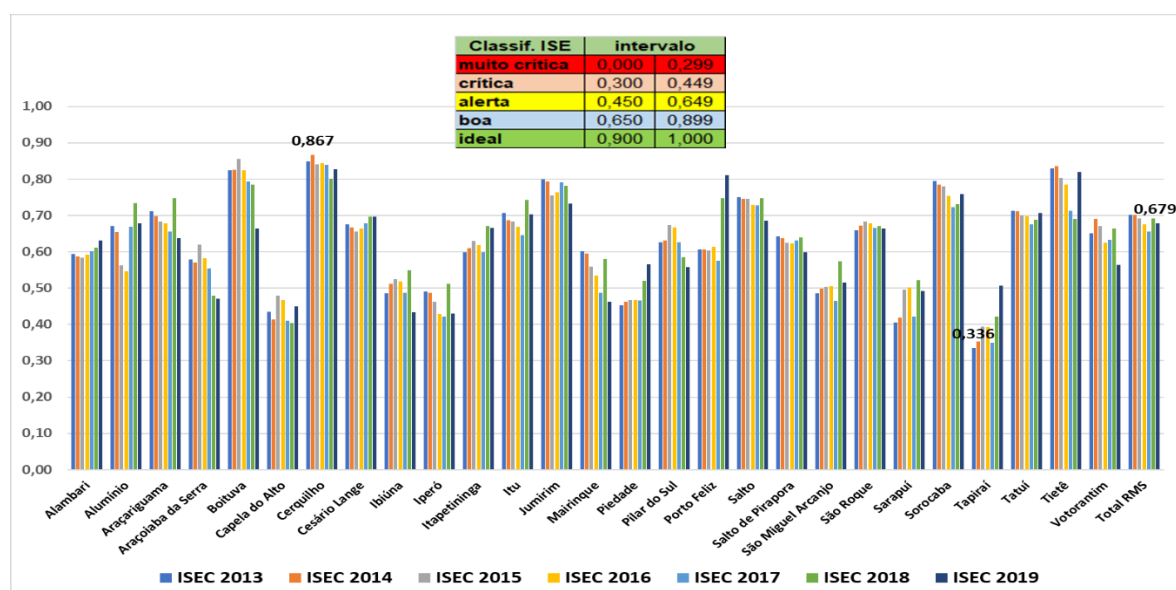
Figura 18 - Gráfico do ISEC - Subíndice Socioeconômico da RMS: evolução entre 2013 e 2019



Fonte: autoria própria

Ainda também para uma melhor visualização da Tabela 44 foi elaborado o gráfico da Figura 19 evidenciando somente o ISEC do agregado da RMS que, embora em ligeira redução, de 0,702 em 2013 para 0,679 em 2019, está num bom patamar de classificação.

Figura 19 - Gráfico do ISEC - Subíndice Socioeconômico por município e agregado da RMS entre 2013 e 2019

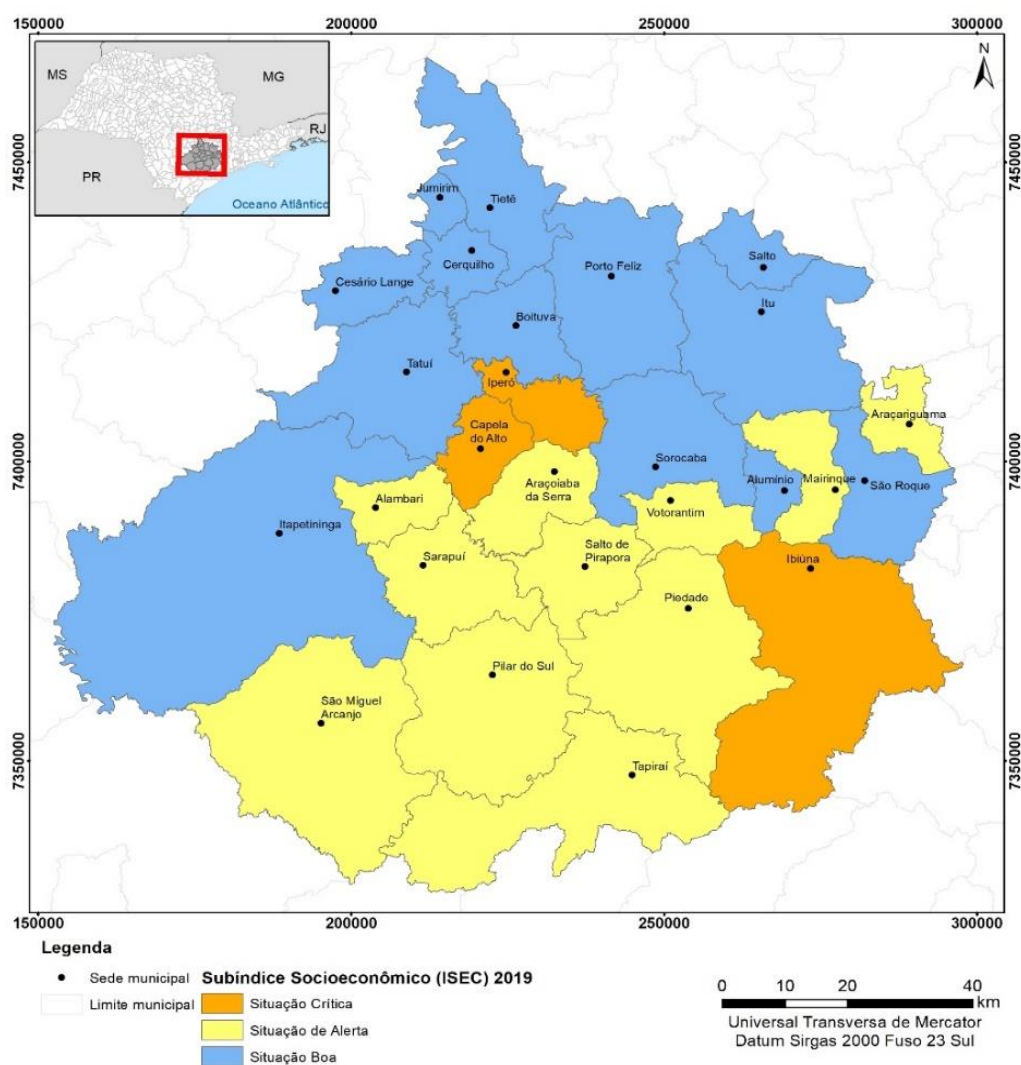


Fonte: autoria própria

Assim, como mencionado, o ISEC apresentou uma boa performance, impactado principalmente por problemas em 2 dentre os 6 indicadores, especialmente quanto à ISAU (0,438) e o IOCUP (0,496) em 2019.

Em síntese, apresenta-se na Figura 20 o mapa do ISEC por município da RMS.

Figura 20 - Mapa do ISEC por município da RMS, em 2019



Fonte: autoria própria

É possível notar no mapa da Figura 20 (ISEC), o qual tem um posicionamento praticamente inverso ao da Figura 11 (IAMB) pois os municípios da porção sul da RMS estão numa situação crítica ou de alerta e, quanto mais em sentido ao norte, os municípios classificam-se em uma situação boa.

5.3 ÍNDICE SUSTENTABILIDADE (ISE) DA REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA: RESULTADOS

Os resultados calculados do Índice de Sustentabilidade (ISE) da RMS para os anos de 2013 a 2019 encontram-se na Tabela 45, com os quais foi possível elaborar os respectivos gráficos das Figuras 21 e 22.

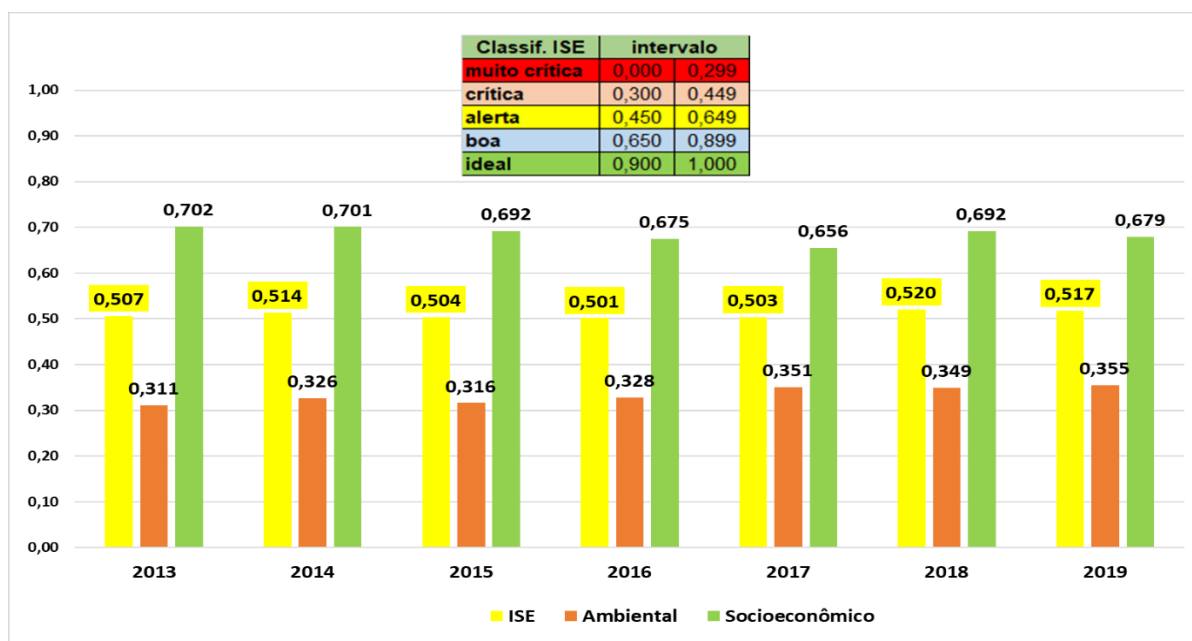
Tabela 45 – Evolução do Índice Metropolitano de Sustentabilidade (ISE) dos municípios da RMS (e agregado) entre 2013 e 2019

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alambari	0,495	0,489	0,483	0,486	0,489	0,489	0,523
Alumínio	0,459	0,456	0,409	0,421	0,486	0,547	0,510
Araçariguama	0,491	0,477	0,463	0,466	0,465	0,526	0,482
Araçoiaba da Serra	0,384	0,417	0,444	0,445	0,405	0,364	0,378
Boituva	0,482	0,509	0,552	0,535	0,523	0,517	0,460
Capela do Alto	0,293	0,294	0,342	0,365	0,336	0,338	0,366
Cerquilha	0,566	0,575	0,548	0,549	0,530	0,521	0,535
Cesário Lange	0,446	0,445	0,439	0,458	0,473	0,478	0,484
Ibiúna	0,465	0,481	0,494	0,526	0,480	0,532	0,483
Iperó	0,512	0,510	0,489	0,452	0,448	0,503	0,498
Itapetininga	0,460	0,466	0,468	0,470	0,469	0,503	0,510
Itu	0,506	0,511	0,471	0,483	0,492	0,543	0,522
Jumirim	0,562	0,549	0,548	0,512	0,518	0,506	0,507
Mairinque	0,447	0,448	0,445	0,427	0,410	0,458	0,408
Piedade	0,468	0,474	0,487	0,505	0,487	0,517	0,541
Pilar do Sul	0,580	0,576	0,590	0,600	0,582	0,572	0,563
Porto Feliz	0,422	0,408	0,401	0,410	0,407	0,488	0,534
Salto	0,518	0,526	0,535	0,512	0,526	0,531	0,505
Salto de Pirapora	0,411	0,424	0,419	0,434	0,425	0,433	0,414
São Miguel Arcanjo	0,494	0,499	0,521	0,504	0,505	0,550	0,547
São Roque	0,444	0,465	0,462	0,474	0,487	0,535	0,569
Sarapuí	0,390	0,413	0,445	0,434	0,396	0,438	0,462
Sorocaba	0,554	0,557	0,558	0,547	0,544	0,552	0,569
Tapiraí	0,442	0,462	0,471	0,504	0,467	0,515	0,549
Tatuí	0,427	0,432	0,428	0,439	0,441	0,445	0,466
Tietê	0,439	0,450	0,439	0,454	0,422	0,427	0,475
Votorantim	0,492	0,531	0,524	0,513	0,524	0,546	0,481
Total RMS	0,507	0,514	0,504	0,501	0,503	0,520	0,517
Situação	alerta	alerta	alerta	alerta	alerta	alerta	alerta

Fonte: autoria própria

Os dados da Tabela 45, especialmente para o agregado da RMS, mostram que o ISE se encontra desde 2013 numa classificação de alerta, variando de 0,507 para 0,517, podendo ser melhor visualizados no gráfico da Figura 21.

Figura 21 - Gráfico da Evolução do Índice de Sustentabilidade (ISE) da RMS (ambiental e socioeconômico) entre 2013 e 2019

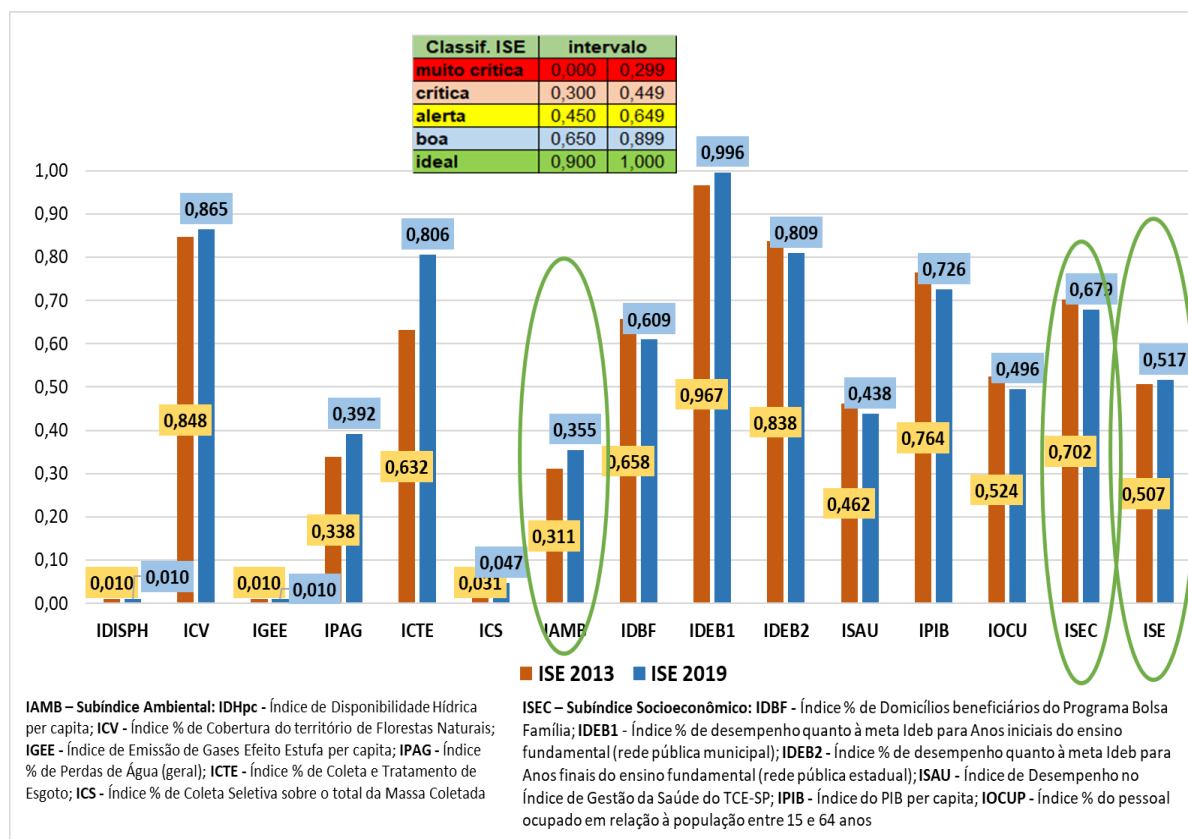


Fonte: autoria própria

Também foi elaborada a Figura 22 que desagrega o ISE em seus 12 índices. O ISEC tem a melhor performance mas, contudo, sentiu uma redução a partir de 2015 quando adveio a crise no Brasil; depois, recuperou e chegou em 2019 com um índice de 0,679 o que é considerado uma situação boa. Quanto ao IAMB, em termos tendenciais, referido índice vem crescendo, mas muito lentamente e de forma tímida, chegando em 2019 com 0,355 considerada uma situação crítica, o que enseja uma atenção muito especial das políticas públicas.

Não se tem, portanto, uma tendência positiva para o IAMB. Contribuem positivamente os índices de cobertura vegetal e, especialmente, de coleta e tratamento de esgoto que percebeu um crescimento relativo no período analisado da ordem de 27,5%.

Figura 22 - Gráfico do Índice de Sustentabilidade (ISE) geral e por subíndice da RMS (geral) em 2013 e 2019



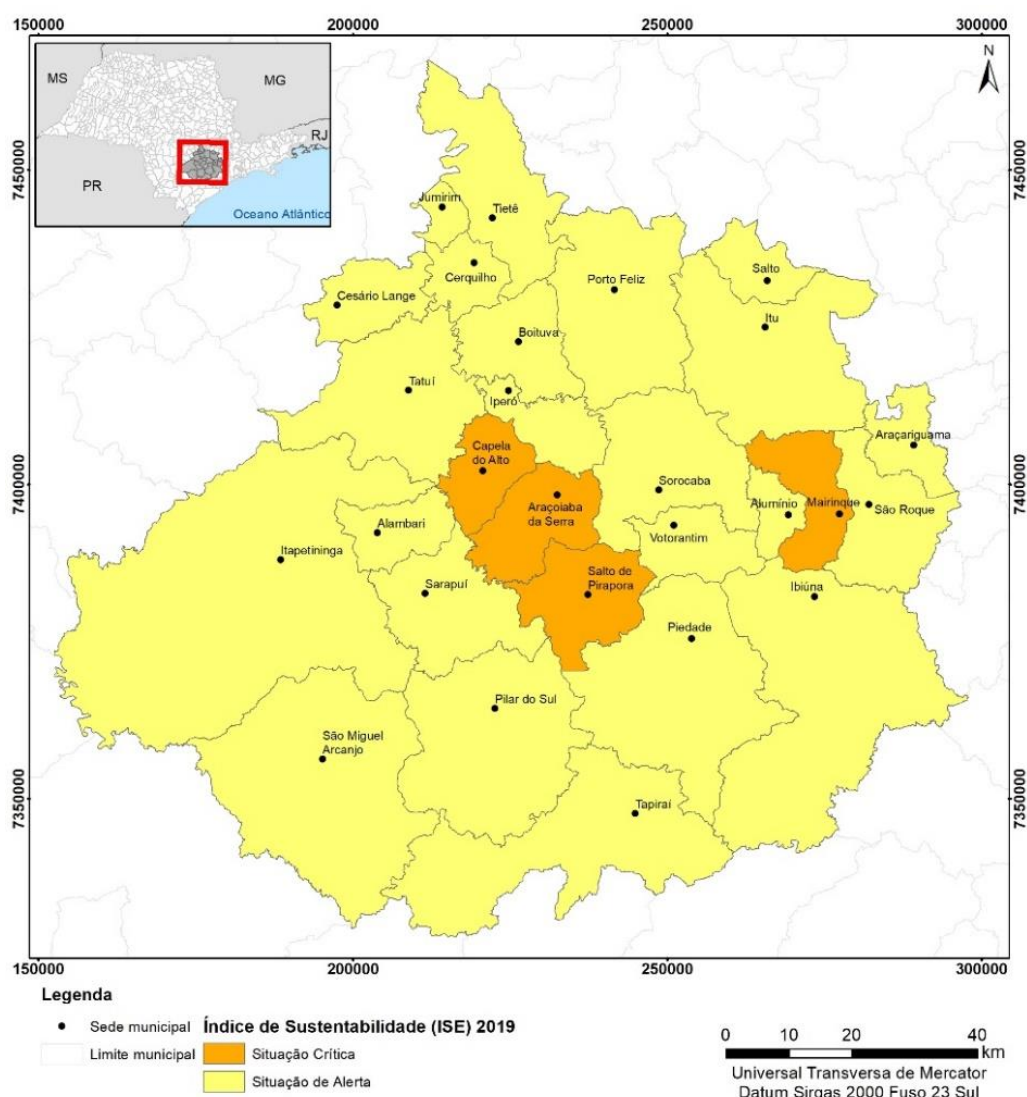
Fonte: autoria própria

Ainda quanto a Figura 22, pioraram os resultados de indicadores socioeconômicos do ISEC (exceto Ideb1 que melhorou) entre 2013 e 2019, sendo eles: IDBF, IDEB2, ISAU, IPIB e o IOCU. Em termos tendenciais, havendo uma retomada econômica do Brasil e da própria RMS, é possível que o ISEC retorne aos patamares de 2013 e 2014. Contudo, entre 2020 e 2021 o Brasil foi severamente afetado pela pandemia de Covid-19, o que possivelmente manterá o ISEC em patamares menores. A melhora, ocorrendo, poderá ser melhor vista com os dados de 2022 e 2023.

Quanto à ligeira melhora do ISE entre 2013 e 2019, saindo de 0,507 para 0,517 verifica-se que, embora tenha ocorrido uma pequena piora do subíndice ISEC (0,702 para 0,679), ela foi compensada pela ligeira melhora do IAMB (de 0,311 para 0,355), o qual, no entanto, continua em patamar crítico e preocupante.

De modo a permitir uma ampla visualização de todos os municípios, foi elaborado um mapa apresentado pela Figura 23 que demonstra o desempenho do Índice de Sustentabilidade (ISE) por municípios da RMS em 2019.

Figura 23 - Mapa do Índice de Sustentabilidade (ISE) dos municípios da RMS em 2019



Fonte: autoria própria

Conforme a Figura 23 é possível constatar que não há, ainda, nenhum município da RMS em uma situação boa ou ideal no ISE, sendo 4 municípios em

situação crítica (Salto de Pirapora, Araçoiaba da Serra, Capela do Alto e Mairinque), e todos os demais 23 municípios em situação de alerta.

Por fim, alertando para o aspecto construtivo dos resultados da pesquisa (não para prejudicar municípios alertando para seu uso indevido e fora de contexto), foi elaborada a ilustração da Tabela 46 em que são evidenciados, na forma decrescente de resultados, o desempenho dos municípios no ISE e subíndices IAMB e ISEC.

Tabela 46 - Desempenho por município da RMS no ISE, ISEC e IAMB em 2019

Índice de Sustentabilidade (ISE)		Subíndice Socioeconômico (ISEC)		Subíndice Ambiental (IAMB)	
Município	ISE_2019	Município	ISEC_2019	Município	IAMB_2019
Sorocaba	0,569	Cerquilha	0,828	Tapiraí	0,590
São Roque	0,569	Tietê	0,819	São Miguel Arcanjo	0,579
Pilar do Sul	0,563	Porto Feliz	0,812	Pilar do Sul	0,570
Tapiraí	0,549	Sorocaba	0,759	Iperó	0,566
São Miguel Arcanjo	0,547	Jumirim	0,732	Ibiúna	0,533
Piedade	0,541	Tatuí	0,707	Piedade	0,516
Cerquilha	0,535	Itu	0,703	São Roque	0,475
Porto Feliz	0,534	Cesário Lange	0,697	Sarapuí	0,431
Alambari	0,523	Salto	0,684	Alambari	0,414
Itu	0,522	Alumínio	0,679	Votorantim	0,399
Alumínio	0,510	Itapetininga	0,666	Sorocaba	0,380
Itapetininga	0,510	Boituva	0,664	Itapetininga	0,354
Jumirim	0,507	São Roque	0,663	Mairinque	0,353
Salto	0,505	Araçariquama	0,637	Itu	0,341
Iperó	0,498	Alambari	0,632	Alumínio	0,341
Cesário Lange	0,484	Salto de Pirapora	0,599	Araçariquama	0,326
Ibiúna	0,483	Piedade	0,566	Salto	0,325
Araçariquama	0,482	Votorantim	0,563	Araçoiaba da Serra	0,284
Votorantim	0,481	Pilar do Sul	0,557	Jumirim	0,282
Tietê	0,475	São Miguel Arcanjo	0,515	Capela do Alto	0,282
Tatuí	0,466	Tapiraí	0,507	Cesário Lange	0,272
Sarapuí	0,462	Sarapuí	0,492	Porto Feliz	0,257
Boituva	0,460	Araçoiaba da Serra	0,471	Boituva	0,257
Salto de Pirapora	0,414	Mairinque	0,463	Cerquilha	0,243
Mairinque	0,408	Capela do Alto	0,449	Salto de Pirapora	0,229
Araçoiaba da Serra	0,378	Ibiúna	0,433	Tatuí	0,225
Capela do Alto	0,366	Iperó	0,430	Tietê	0,132
Total RMS ISE	0,517	Total RMS ISEC	0,679	Total RMS IAMB	0,355

Fonte: autoria própria

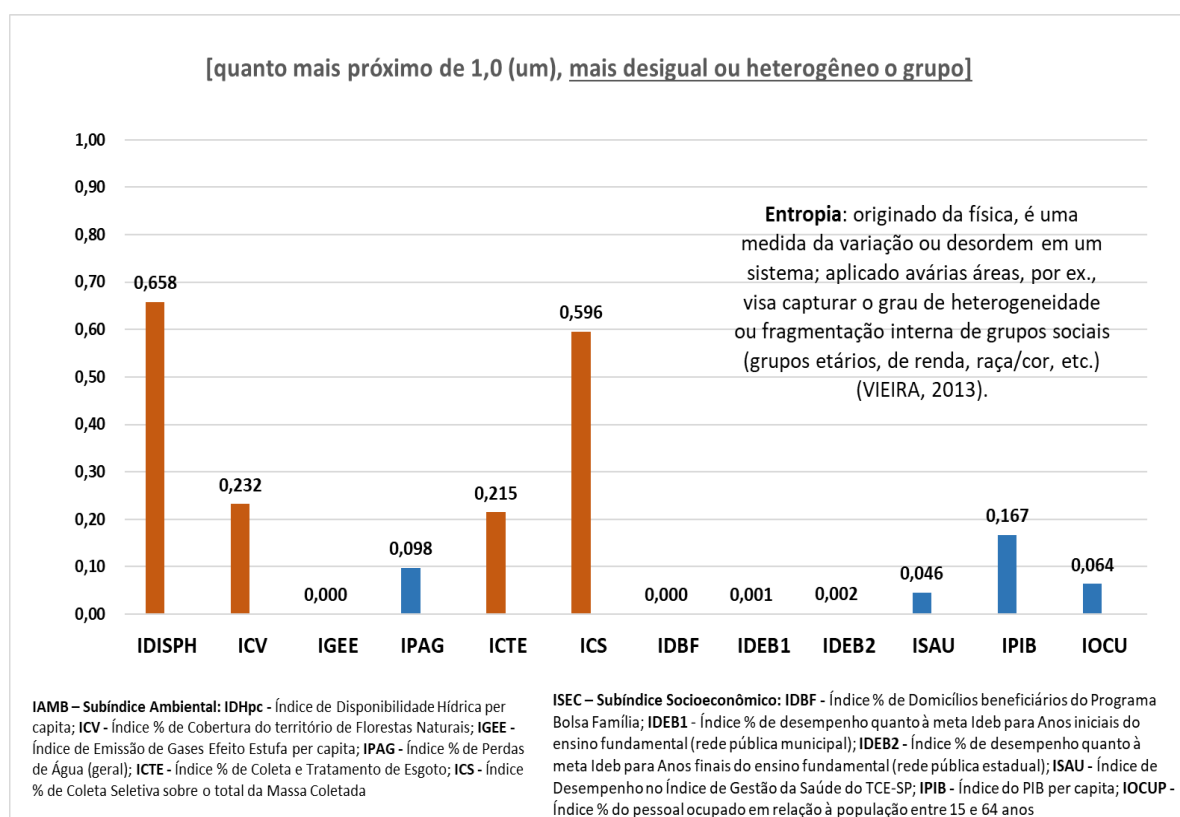
Infelizmente, ainda, nenhum município alcançou ao menos uma situação boa, em que o ISE seja superior a 0,65. Portanto, a Tabela 46 alerta para o fato de que é

necessária uma maior atenção para todos os indicadores que foram calculados e apresentados, no sentido de se aprofundar o diagnóstico e traçar planos e projetos para buscar a melhoria contínua. Enfim, é possível observar grupo de municípios que estão numa melhor situação no desempenho do ISEC mas não estão no IAMB e vice-versa, gerando o ISE com baixa *performance*.

5.4 ÍNDICE DE THEIL “L” (ENTROPIA) DOS INDICADORES DO ISE PARA O CONJUNTO DOS MUNICÍPIOS DA RMS

O comportamento do índice de Theil “L” para cada um dos 12 indicadores do ISE pode ser observado por meio da Figura 24 que demonstra a comparação para o ano de 2019.

Figura 24 - Gráfico do Índice de Theil "L" padronizado (ou medida de entropia) da RMS em 2019



Fonte: autoria própria

É possível observar na Figura 24 que os indicadores ambientais possuem maior desarranjo (maior entropia), em níveis elevados para a disponibilidade hídrica e coleta seletiva (na faixa de 0,59 a 0,65), seguido da cobertura vegetal, perdas de água e

coleta e tratamento de esgoto (na faixa de 0,09 a 0,23). De outro lado, a maioria dos indicadores socioeconômicos têm baixa entropia, ou menor desarranjo, na faixa de 0 a 0,17 com maior evidência do IPIB mas, ainda assim, podendo ser considerado um nível de baixa entropia.

Ou seja, os indicadores socioeconômicos das cidades da RMS têm baixa desigualdade ou desordem/desarranjo, enquanto os indicadores ambientais apresentam maior desigualdade.

5.5 ANÁLISE MULTIVARIADA DE CLUSTER: RESULTADOS

Um dos maiores desafios em análise multivariada de cluster (AMC) passa pela definição do número ideal de conglomerados, pois não existe um procedimento padrão e altamente objetivo para estabelecer o número adequado de agrupamentos (FLACH, 2020).

Assim, é adequado aplicar os métodos disponíveis de AMC de forma a comparar os resultados e as potencialidades das ferramentas, sejam eles os procedimentos hierárquicos ou não, que independem da ordem de aplicação, cabendo ao pesquisador, subjetivamente, atribuir o número ideal de agrupamentos (cluster) com base nos experimentos, sendo referidos métodos contribuem reciprocamente e ampliam o poder da análise (FLACH, 2020). Há, sim, sutilezas quando, por exemplo, se utiliza uma base de dados muito grande como nos processos de mineração de dados onde pode haver melhor adequação do método não-hierárquico.

Tem-se, também a Análise de Cluster de duas etapas (ou “TwoStep”), que é uma ferramenta exploratória projetada para revelar clusters naturais dentro de um conjunto de dados que de outra forma não seriam aparentes (IBM, base 22), aplicativo este que não conseguiu atender aos objetivos desta pesquisa durante as simulações de cálculo.

Diante dessas observações anteriores e conforme metodologia descrita na seção 4.5., foi realizado inicialmente a análise de cluster não hierárquica pelo método k-médias seguido pela classificação hierárquica pelo método de Ward.

Os dados utilizados para a análise multivariada de cluster foram baseados nas 12 variáveis/indicadores que compuseram o ISE, relativos somente ao ano de 2019, pois constituem os dados mais atuais, para cada uma das 27 cidades da RMS de modo a revelar quais municípios guardam maior semelhança de resultados.

5.5.1 Análise de Cluster não-hierárquica por K-médias

Aplicando-se a análise de cluster “não hierárquica” pelo k-médias tem-se, conforme a Figura 25, os centros de cluster iniciais segundo as variáveis separadas em 2 agrupamentos de acordo com default do SPSS. Em cada coluna dos dois cluster formados constam as médias cada variável em função dos respectivos clusters.

Figura 25 - Centros de Cluster Iniciais pelo k-médias

	Cluster	
	1	2
DISPHpc	38336.9	69.7
CV	0.9056	0.1398
GEE	05	1.6
PAG	0.3017	0.3621
CTE	0.9341	0.8264
CS	0.0010	0.012
DBF	0.1617	0.0699
IDEB1	1.0317	1
IDEB2	0.9643	0.9167
SAU	8	8
PIBpc	19.19	57.23
OCUP	0.217	0.4889

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Referido método k-médias também gerou conforme a Figura 26, o histórico de interação dos clusters pela convergência alcançada devido a nenhuma ou pequena mudança nos centros do cluster. Assim, a interação inicial encontrada foi de 2 clusters.

Figura 26 - Histórico de Interação (a)

Iteration	Change in Cluster Centers	
	1	2
1	,000	1256,938
2	,000	,000

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

- (a) Convergência alcançada devido a nenhuma ou pequena mudança nos centros do cluster. A mudança de coordenada absoluta máxima para qualquer centro é ,000. A interação atual é 2. A distância mínima entre os centros iniciais é 38267.219.

Um importante resultado se encontra na Figuras 27, onde todos os 27 municípios da RMS são separados nos 2 cluster. É notório que Tapiraí ficou isolada das demais 26 cidades alocadas no cluster (agrupamento) número 2 com a distância euclidiana 0,0 (zero).

Figura 27 - Associação de Cluster

Case Number	Município	Cluster	Distance
1	Alambari	2	1500,769
2	Alumínio	2	855,333
3	Araçariguama	2	634,409
4	Araçoiaba da Serra	2	505,783
5	Boituva	2	868,496
6	Capela do Alto	2	485,381
7	Cerquilha	2	1051,052
8	Cesário Lange	2	183,826
9	Ibiúna	2	2084,349
10	Iperó	2	813,357
11	Itapetininga	2	368,296
12	Itu	2	925,476
13	Jumirim	2	415,795
14	Mairinque	2	867,491
15	Piedade	2	965,759
16	Pilar do Sul	2	2429,515
17	Porto Feliz	2	217,095
18	Salto	2	1186,206
19	Salto de Pirapora	2	679,396
20	São Miguel Arcanjo	2	3462,806
21	São Roque	2	940,792
22	Sarapuí	2	2552,903
23	Sorocaba	2	1256,938
24	Tapiraí	1	,000
25	Tatuí	2	875,502
26	Tietê	2	287,171
27	Votorantim	2	1167,240

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Conforme a Figura 28, não houve qualquer caso ausente ou não validado durante a análise de cluster pelo SPSS.

Figura 28 - Número de casos em cada cluster

Cluster	1	1,000
	2	26,000
Valid		27,000
Missing (ausente)		,000

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

O programa SPSS também calcula a distância final entre os centroides dos cluster (que correspondem à média dos valores de cada caso a que pertencem os clusters) para cada uma das 12 variáveis que compuseram o ISE, o que se verifica pela Figura 29.

Figura 29 - Centros de Cluster finais

	Cluster	
	1	2
DISPHpc	38336.9	1326.54
CV	0.9056	0.2383
GEE	05	7.9230
PAG	0.3017	0.3193
CTE	0.9341	0.6660
CS	0.0010	0.0415
DBF	0.1617	0.0857
IDEB1	1.0317	1.0088
IDEB2	0.9643	0.9355
SAU	8	6.4615
PIBpc	19.19	43.4957
OCUP	0.217	0.37872

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Também foi ativado no SPSS a ferramenta de análise das estatísticas descritivas de todas as variáveis conforme apresentado na Figura 30 incluindo valores mínimo, máximo, média e desvio padrão, sendo que se destacam o desvio padrão do DISPhpc, PIBpc e GEE.

Figura 30 - Estatísticas Descritivas

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
DISPHpc	27	69.7	38336.9	2697,30	7242,056
CV	27	0.055	0.9056	,26	,201
GEE	27	-3.1	68.2	7,81	13,467
PAG	27	0.1352	0.5083	,32	,104
CTE	27	0.0010	0.9341	,68	,218
CS	27	0.0010	0.2208	,04	,049
DBF	27	0.0349	0.1728	,09	,033
IDEB1	27	0.9375	1.1231	1,01	,044
IDEB2	27	0.8197	1.0556	,94	,062
SAU	27	4	9	6,52	1,929
PIBpc	27	15.37	167.1	42,60	32,875
OCUP	27	0.2042	0.7203	,37	,140
Valid N (listwise)	27				

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Por fim, na Figura 31 são apresentados os resultados de Análise de Variância (ANOVA), que tem por finalidade identificar qual ou quais variáveis permitem a separação dos clusters, ou seja, quais variáveis mais contribuíram para a solução dos agrupamentos.

Considerando um intervalo de confiança de 95% e significância de 5% para o teste “F”, estão contribuindo com maior peso (ou diferenciação) para a formação do cluster especialmente as variáveis salientadas na referida Figura 31, sendo elas: Disponibilidade Hídrica per capita, Cobertura Vegetal e número de domicílios cadastrados no Programa Bolsa Família.

No entanto, as demais variáveis também contribuem para o cálculo das distâncias e formação dos conglomerados e, conforme a nota na legenda da mesma Figura 31, há o alerta quanto aos níveis de significância para o cluster no sentido de que não pode ser interpretado como um teste de hipóteses.

Figura 31 - Análise de Variância – ANOVA

	Cluster		Error		F (*)	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	df		
DISPHpc	1319034206,935	1	1783905,902	25	739,408	,000
CV	,429	1	,025	25	17,183	,000
GEE	8,228	1	188,289	25	,044	,836
PAG	,000	1	,011	25	,027	,872
CTE	,069	1	,047	25	1,488	,234
CS	,002	1	,002	25	,661	,424
DBF	,006	1	,001	25	5,978	,022
IDEB1	,001	1	,002	25	,246	,624
IDEB2	,001	1	,004	25	,202	,657
SAU	2,279	1	3,778	25	,603	,445
PIBpc	568,890	1	1101,223	25	,517	,479
OCUP	,025	1	,020	25	1,291	,267

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

(*) Os testes F devem ser usados apenas para fins descritivos porque os clusters foram escolhidos para maximizar as diferenças entre os casos em diferentes clusters. Os níveis de significância observados não são corrigidos para isso e, portanto, não podem ser interpretados como testes da hipótese de que as médias dos clusters são iguais.

Portanto, depreende-se que a AMC pelo método k-médias encontrou resultados relevantes quanto à separação inicial em 2 grupos, onde Tapiraí destacou-se constituindo, isoladamente, um grupo. A seguir, será realizado o método hierárquico de Ward de forma a comparar se Tapiraí será mantido de forma isolada em um grupo.

5.5.2 Análise de Cluster hierárquica pelo método de Ward

Ainda aplicando a metodologia descrita na seção 4.5, foi aplicada a AMC hierárquica pelo método de Ward. O processamento inicial do SPSS validou os 27 casos (municípios), sem qualquer ausência de casos de acordo com a Figura 32.

Figura 32 - Processamento Sumário de Casos (a)

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

(a) Usada a Distância Euclidiana Quadrada (Squared Euclidean Distance)

Na sequência, foi gerado pelo SPSS a Figura 33 contendo a matriz de proximidade calculada pelo quadrado da distância euclidiana dentre todos os 27 municípios (considerados casos no referido programa estatístico), podendo ser observada a distância entre eles, sendo zero quando cruzada a distância a partir do próprio município.

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(continua)

Case	Squared Euclidean Distance				
	1:Alambari	2:Alumínio	3:Araçariguam a	4:Araçoiaba da Serra	5:Boituva
1:Alambari	,000	43,393	57,302	20,794	16,361
2:Alumínio	43,393	,000	43,687	48,783	33,415
3:Araçariguama	57,302	43,687	,000	35,326	26,671
4:Araçoiaba da Serra	20,794	48,783	35,326	,000	10,931
5:Boituva	16,361	33,415	26,671	10,931	,000
6:Capela do Alto	12,402	49,425	48,651	16,925	17,592
7:Cerquilha	5,888	43,925	63,829	32,535	17,798
8:Cesário Lange	8,735	51,899	49,596	14,295	11,877
9:Ibiúna	23,279	49,046	34,933	6,236	18,830
10:Iperó	15,170	50,983	41,679	7,974	11,612
11:Itapetininga	4,951	40,497	49,895	18,764	11,267
12:Itu	21,456	39,486	48,701	23,671	16,880
13:Jumirim	12,638	34,066	35,060	12,585	2,877
14:Mairinque	37,174	55,708	35,058	5,393	24,710
15:Piedade	9,285	47,242	49,674	23,314	22,462
16:Pilar do Sul	6,398	37,471	48,744	18,477	11,307
17:Porto Feliz	10,711	47,387	54,346	25,511	16,755
18:Salto	19,834	35,637	42,655	15,408	9,541
19:Salto de Pirapora	13,079	25,451	50,699	17,223	21,062
20:São Miguel Arcanjo	11,495	40,097	55,134	17,429	15,857
21:São Roque	32,294	48,810	69,255	36,452	33,561
22:Sarapuí	16,019	52,811	49,970	4,458	15,224
23:Sorocaba	11,605	38,101	38,813	15,676	8,241
24:Tapiraí	48,302	86,677	82,452	62,274	63,503
25:Tatuí	8,435	41,731	51,398	17,424	13,428
26:Tietê	6,994	40,149	54,041	28,795	17,208
27:Votorantim	10,908	41,541	42,721	6,884	8,727

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(continuação)

Case	Squared Euclidean Distance				
	6:Capela do Alto	7:Cerquilha	8:Cesário Lange	9:Ibiúna	10:Iperó
1:Alambari	12,402	5,888	8,735	23,279	15,170
2:Alumínio	49,425	43,925	51,899	49,046	50,983
3:Araçariguama	48,651	63,829	49,596	34,933	41,679
4:Araçoiaba da Serra	16,925	32,535	14,295	6,236	7,974
5:Boituva	17,592	17,798	11,877	18,830	11,612
6:Capela do Alto	,000	25,705	18,777	16,833	6,473
7:Cerquilha	25,705	,000	11,877	40,111	27,965
8:Cesário Lange	18,777	11,877	,000	23,017	13,987
9:Ibiúna	16,833	40,111	23,017	,000	7,686
10:Iperó	6,473	27,965	13,987	7,686	,000
11:Itapetininga	13,042	7,659	5,797	22,375	11,532
12:Itu	20,919	18,535	18,154	27,664	19,139
13:Jumirim	18,844	10,932	10,037	21,167	16,254
14:Mairinque	29,384	51,601	31,046	8,352	19,678
15:Piedade	18,323	21,121	16,674	18,464	17,619
16:Pilar do Sul	13,650	13,417	17,267	16,841	11,492
17:Porto Feliz	21,993	7,026	8,043	33,551	19,638
18:Salto	25,010	16,400	13,051	24,572	17,207
19:Salto de Pirapora	15,126	20,902	14,773	19,668	16,678
20:São Miguel Arcanjo	9,219	17,975	16,694	15,540	10,286
21:São Roque	34,642	28,827	37,901	32,951	36,903
22:Sarapuí	17,957	25,443	7,996	10,739	8,640
23:Sorocaba	18,291	9,800	6,292	22,867	14,087
24:Tapiraí	44,827	68,286	56,789	42,081	43,802
25:Tatuí	14,857	8,601	6,523	24,182	14,780
26:Tietê	24,262	3,954	16,590	35,994	27,348
27:Votorantim	13,405	17,650	5,383	9,841	5,690

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(continuação)

Case	Squared Euclidean Distance				
	11:Itapetininga	12:Itu	13:Jumirim	14:Mairinque	15:Piedade
1:Alambari	4,951	21,456	12,638	37,174	9,285
2:Alumínio	40,497	39,486	34,066	55,708	47,242
3:Araçariguama	49,895	48,701	35,060	35,058	49,674
4:Araçoiaba da Serra	18,764	23,671	12,585	5,393	23,314

5:Boituva	11,267	16,880	2,877	24,710	22,462
6:Capela do Alto	13,042	20,919	18,844	29,384	18,323
7:Cerquilha	7,659	18,535	10,932	51,601	21,121
8:Cesário Lange	5,797	18,154	10,037	31,046	16,674
9:Ibiúna	22,375	27,664	21,167	8,352	18,464
10:Iperó	11,532	19,139	16,254	19,678	17,619
11:Itapetininga	,000	9,533	9,778	34,264	8,279
12:Itu	9,533	,000	12,508	30,893	25,717
13:Jumirim	9,778	12,508	,000	24,651	22,230
14:Mairinque	34,264	30,893	24,651	,000	33,853
15:Piedade	8,279	25,717	22,230	33,853	,000
16:Pilar do Sul	10,244	25,798	12,035	34,749	12,421
17:Porto Feliz	8,020	11,979	12,465	41,546	27,357
18:Salto	8,703	5,689	8,109	25,431	23,859
19:Salto de Pirapora	10,132	12,773	17,825	24,635	16,753
20:São Miguel Arcanjo	10,485	15,992	13,657	30,872	17,250
21:São Roque	28,182	18,561	22,984	40,764	36,088
22:Sarapuí	14,985	21,324	14,193	14,159	24,970
23:Sorocaba	3,539	4,542	5,891	27,039	16,980
24:Tapiraí	46,130	57,350	64,126	71,753	40,035
25:Tatuí	2,441	4,785	8,736	29,139	14,558
26:Tietê	9,437	17,214	10,672	41,548	19,407
27:Votorantim	8,359	16,619	9,134	20,106	16,831

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(continuação)

Case	Squared Euclidean Distance				
	16:Pilar do Sul	17:Porto Feliz	18:Salto	19:Salto de Pirapora	20:São Miguel Arcanjo
1:Alambari	6,398	10,711	19,834	13,079	11,495
2:Alumínio	37,471	47,387	35,637	25,451	40,097
3:Araçariguama	48,744	54,346	42,655	50,699	55,134
4:Araçoiaba da Serra	18,477	25,511	15,408	17,223	17,429
5:Boituva	11,307	16,755	9,541	21,062	15,857
6:Capela do Alto	13,650	21,993	25,010	15,126	9,219
7:Cerquilha	13,417	7,026	16,400	20,902	17,975
8:Cesário Lange	17,267	8,043	13,051	14,773	16,694
9:Ibiúna	16,841	33,551	24,572	19,668	15,540
10:Iperó	11,492	19,638	17,207	16,678	10,286
11:Itapetininga	10,244	8,020	8,703	10,132	10,485
12:Itu	25,798	11,979	5,689	12,773	15,992

13:Jumirim	12,035	12,465	8,109	17,825	13,657
14:Mairinque	34,749	41,546	25,431	24,635	30,872
15:Piedade	12,421	27,357	23,859	16,753	17,250
16:Pilar do Sul	,000	20,600	20,010	20,304	7,749
17:Porto Feliz	20,600	,000	12,987	16,676	20,113
18:Salto	20,010	12,987	,000	13,843	15,248
19:Salto de Pirapora	20,304	16,676	13,843	,000	12,992
20:São Miguel Arcanjo	7,749	20,113	15,248	12,992	,000
21:São Roque	28,552	35,725	22,195	27,645	13,760
22:Sarapuí	19,036	15,599	15,332	13,679	15,268
23:Sorocaba	17,072	5,411	3,457	11,414	14,960
24:Tapiraí	47,079	60,965	67,630	52,213	42,437
25:Tatuí	16,937	6,334	5,808	7,869	11,759
26:Tietê	14,823	9,560	16,973	19,688	22,972
27:Votorantim	10,182	12,955	10,928	11,582	7,527

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(continuação)

Case	Squared Euclidean Distance				
	21:São Roque	22:Sarapuí	23:Sorocaba	24:Tapiraí	25:Tatuí
1:Alambari	32,294	16,019	11,605	48,302	8,435
2:Alumínio	48,810	52,811	38,101	86,677	41,731
3:Araçariguama	69,255	49,970	38,813	82,452	51,398
4:Araçoiaba da Serra	36,452	4,458	15,676	62,274	17,424
5:Boituva	33,561	15,224	8,241	63,503	13,428
6:Capela do Alto	34,642	17,957	18,291	44,827	14,857
7:Cerquillo	28,827	25,443	9,800	68,286	8,601
8:Cesário Lange	37,901	7,996	6,292	56,789	6,523
9:Ibiúna	32,951	10,739	22,867	42,081	24,182
10:Iperó	36,903	8,640	14,087	43,802	14,780
11:Itapetininga	28,182	14,985	3,539	46,130	2,441
12:Itu	18,561	21,324	4,542	57,350	4,785
13:Jumirim	22,984	14,193	5,891	64,126	8,736
14:Mairinque	40,764	14,159	27,039	71,753	29,139
15:Piedade	36,088	24,970	16,980	40,035	14,558
16:Pilar do Sul	28,552	19,036	17,072	47,079	16,937
17:Porto Feliz	35,725	15,599	5,411	60,965	6,334
18:Salto	22,195	15,332	3,457	67,630	5,808
19:Salto de Pirapora	27,645	13,679	11,414	52,213	7,869
20:São Miguel Arcanjo	13,760	15,268	14,960	42,437	11,759
21:São Roque	,000	36,354	25,666	70,376	22,409

22: Sarapuí	36,354	,000	13,193	54,981	13,234
23: Sorocaba	25,666	13,193	,000	56,901	1,854
24: Tapiraí	70,376	54,981	56,901	,000	54,746
25: Tatuí	22,409	13,234	1,854	54,746	,000
26: Tietê	32,727	26,470	9,788	67,598	9,300
27: Votorantim	26,857	3,606	8,838	50,490	9,641

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Figura 33 - Matriz de Proximidade

(conclusão)

Case	Squared Euclidean Distance	
	26:Tietê	27:Votorantim
1:Alambari	6,994	10,908
2:Alumínio	40,149	41,541
3:Araçariguama	54,041	42,721
4:Araçoiaba da Serra	28,795	6,884
5:Boituva	17,208	8,727
6:Capela do Alto	24,262	13,405
7:Cerquilha	3,954	17,650
8:Cesário Lange	16,590	5,383
9:Ibiúna	35,994	9,841
10:Iperó	27,348	5,690
11:Itapetininga	9,437	8,359
12:Itu	17,214	16,619
13:Jumirim	10,672	9,134
14:Mairinque	41,548	20,106
15:Piedade	19,407	16,831
16:Pilar do Sul	14,823	10,182
17:Porto Feliz	9,560	12,955
18:Salto	16,973	10,928
19:Salto de Pirapora	19,688	11,582
20:São Miguel Arcanjo	22,972	7,527
21:São Roque	32,727	26,857
22:Sarapuí	26,470	3,606
23:Sorocaba	9,788	8,838
24:Tapiraí	67,598	50,490
25:Tatuí	9,300	9,641
26:Tietê	,000	21,937
27:Votorantim	21,937	,000

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Com os cálculos da distância euclidiana, o SPSS elaborou a Figura 34 contendo o planejamento da aglomeração de acordo com os estágios, a combinação em apenas 2 clusters e a indicação do próximo estágio do planejamento.

Conforme os coeficientes calculados a menor distância no primeiro estágio é 0,927 contemplando os casos 25 e 23, respectivamente Tatuí e Sorocaba. No último estágio (26) o coeficiente é 312,0 está entre os casos 1 e 2, respectivamente Alambari e Alumínio.

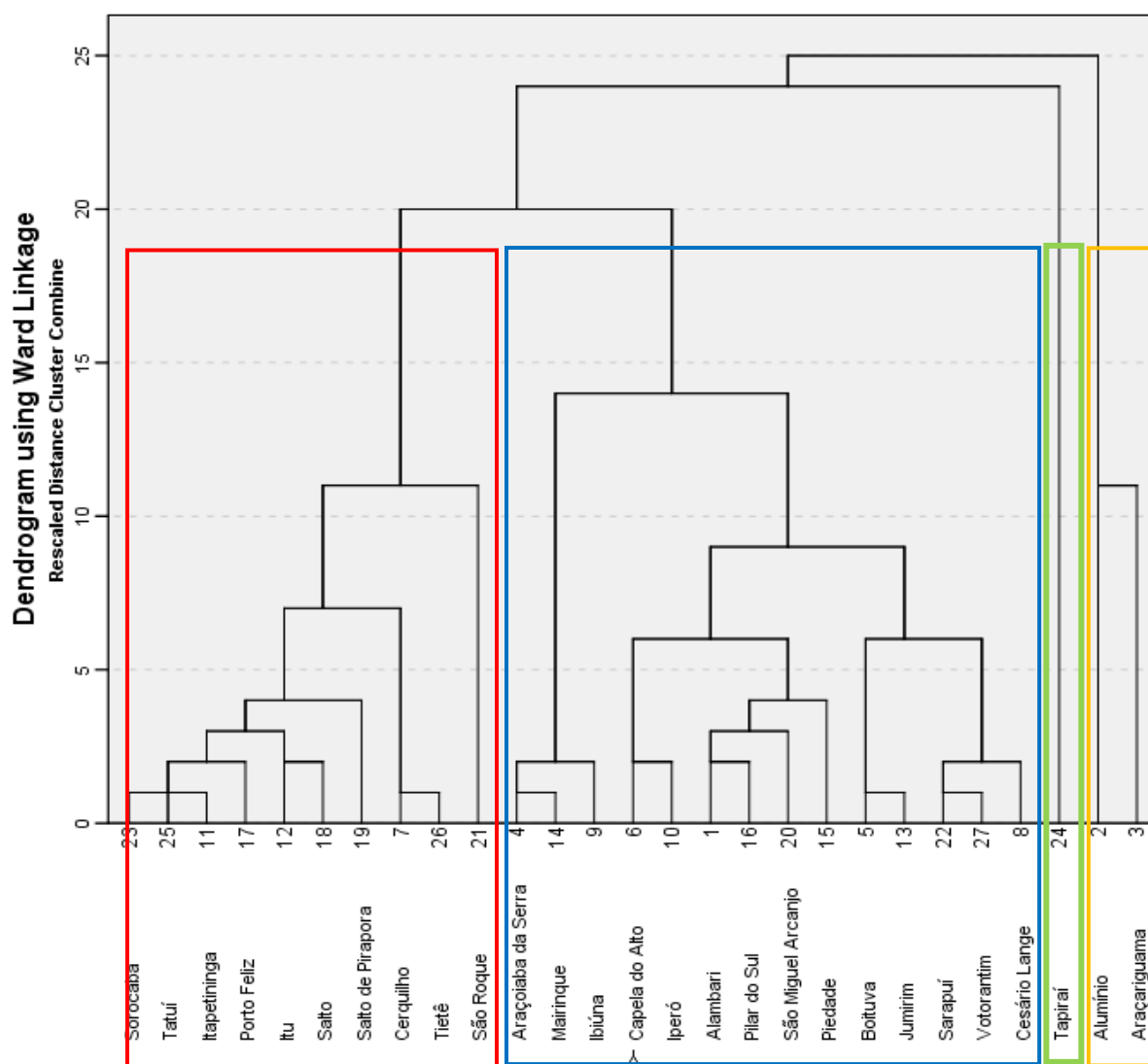
Figura 34 - Planejamento de Aglomeração (Agglomeration Schedule)

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	23	25	,927	0	0	3
2	5	13	2,366	0	0	18
3	11	23	4,050	0	1	12
4	22	27	5,853	0	0	10
5	7	26	7,830	0	0	19
6	4	14	10,527	0	0	11
7	12	18	13,371	0	0	14
8	1	16	16,570	0	0	13
9	6	10	19,806	0	0	17
10	8	22	23,665	0	4	18
11	4	9	27,629	6	0	23
12	11	17	31,918	3	0	14
13	1	20	37,266	8	0	15
14	11	12	43,369	12	7	16
15	1	15	50,971	13	0	17
16	11	19	59,094	14	0	19
17	1	6	69,580	15	9	20
18	5	8	80,291	2	10	20
19	7	11	93,524	5	16	21
20	1	5	111,087	17	18	23
21	7	21	131,363	19	0	24
22	2	3	153,206	0	0	26
23	1	4	179,469	20	11	24
24	1	7	217,898	23	21	25
25	1	24	263,443	24	0	26
26	1	2	312,000	25	22	0

Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Após o planejamento da aglomeração descrito na Figura 34, é possível gerar o Dendrograma de Ward pela Figura 35 evidenciado o melhor agrupamento possível dos municípios, realizado automaticamente em 4 conglomerados destacados pelos polígonos coloridos.

Figura 35 - Dendrograma de Ward



Fonte: autoria própria utilizando o software IBM SPSS Statistics 20

Analisando os resultados do dendrograma de Ward formado pela Figura 35, pelo qual foram definidos automaticamente 4 clusters, observa-se que um deles, tal como no processamento não hierárquico k-médias da seção anterior 5.5.1, é integrado somente por Tapiraí (isolada); outro cluster integrado por apenas 2 municípios, sendo eles Alumínio e Araçatiguama, e outros 2 grupos, um com 10 e outro com 14 cidades

descritas na Tabela nº 46 para melhor visualização. Ainda quanto ao dendrograma da Figura 35, a escala apresentada entre 0 e 25 se refere a combinação dos clusters com suas distâncias reescaladas (redimensionadas). Observa-se que na altura próximo a 15 se encontram os 4 clusters.

Tabela 47 - Resultado do agrupamento dos municípios da RMS conforme o dendrograma da análise multivariada de cluster pelo método de Ward (com dados das 12 variáveis do ISE em 2019)

Cluster A (10)	Cluster B (14)	Cluster C (1)	Cluster D (2)
Sorocaba	Araçoiaba da Serra	Tapiraí	Alumínio
Tatuí	Mairinque		Araçariguama
Itapetininga	Ibiúna		
Porto Feliz	Capela do Alto		
Itu	Iperó		
Salto	Alambari		
Salto de Pirapora	Pilar do Sul		
Cerquilha	São Miguel Arcanjo		
Tietê	Piedade		
São Roque	Boituva		
	Jumirim		
	Sarapuí		
	Votorantim		
	Cesário Lange		

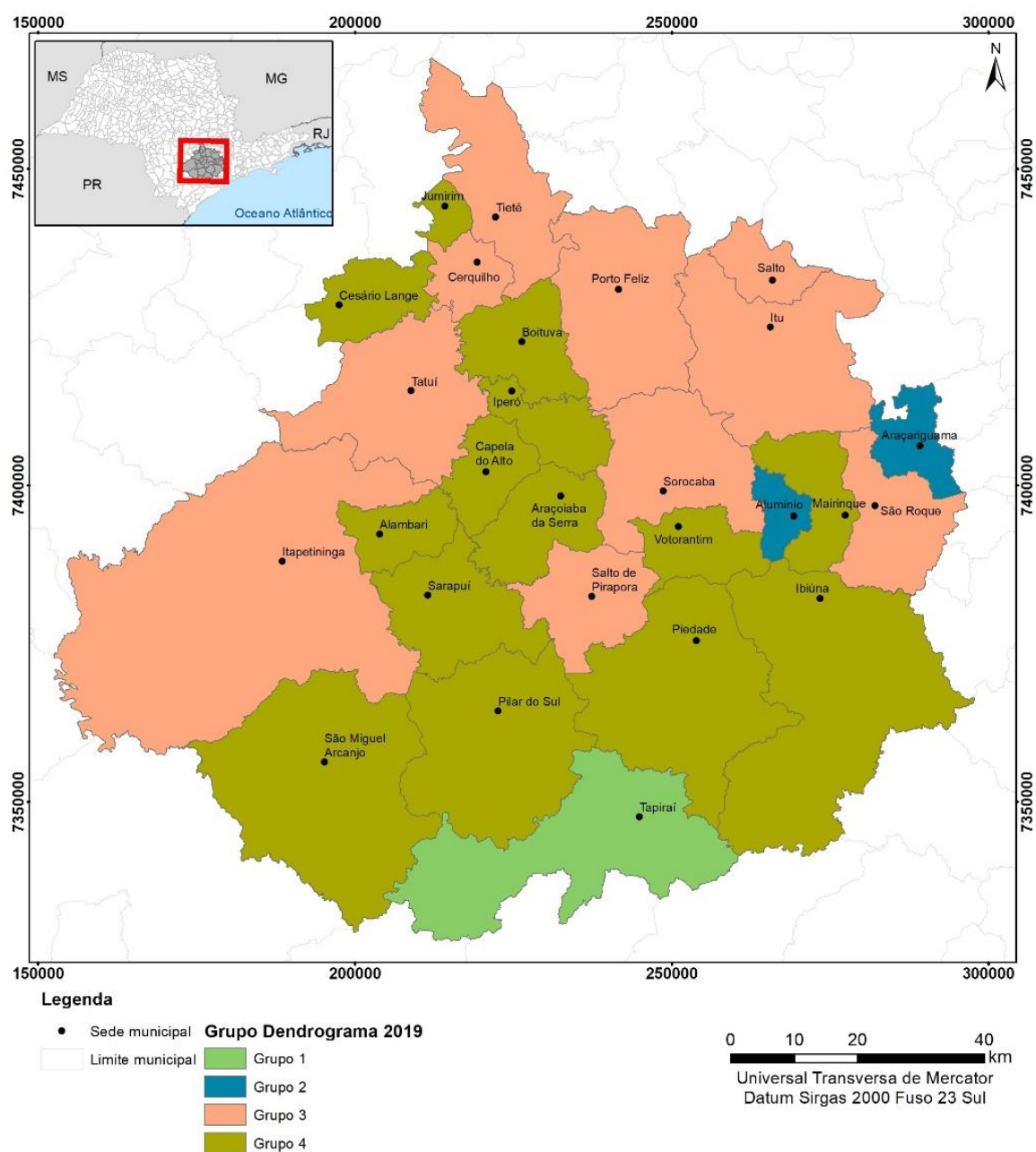
Fonte: Autoria própria com dados da Figura 36

A clusterização pelo método de Ward de todos os 27 municípios em relação a todas as 12 variáveis de 2019 que constituem o ISE, conseguiu evidenciar corretamente ao agrupar Alumínio e Araçariguama (cluster D) pois, ao se observar a variável PIB per capita, são, de forma relevante, as duas maiores da RMS. Da mesma forma, corretamente, quanto a Tapiraí (cluster C), que se destaca muito em termos de disponibilidade hídrica e cobertura vegetal.

No “cluster A” se encontram 10 cidades, concentrando grande parte das maiores em termos do IPIB, com um peso menor de domicílios beneficiados pelo bolsa família (IDBF) ou, preponderantemente, menor cobertura vegetal.

No “cluster B” estão alocados os demais 14 municípios da RMS com coeficientes de distância mais similares. De modo a permitir uma visualização dos conglomerados formados, foi elaborada a Figura 36 que mostra os municípios da RMS agrupados conforme o Dendograma de Ward da Tabela 46.

Figura 36 - Mapa do Dendograma de Ward dos municípios da RMS em 2019



Fonte: autoria própria

Interessante notar que, embora excetuados os dois agrupamentos dos municípios de Tapiraí (grupo 1, isolado), Alumínio e Araçariguama (grupo 2), os municípios do grupo 3 estão posicionados mais ao norte da RMS enquanto os municípios do grupo 4 estão posicionados mais ao sul. Este mapa da Figura 36 guarda semelhança com o mapa da Figura 11 que apresenta o IAMB por município.

Certamente a ferramenta de análise de cluster, se bem empregada quanto à escolha dos métodos e no manejo, tem plenas condições de buscar a melhor semelhança entre os municípios e agrupá-los da melhor forma.

6 CONCLUSÕES

Os resultados alcançados nesta pesquisa permitem concluir que houve convergência para o atingimento do objetivo geral e dos objetivos específicos, especialmente pela proposição e desenvolvimento do Índice Sustentabilidade (ISE) aplicado à Região Metropolitana de Sorocaba e de seus respectivos subíndices ambiental (IAMB) e socioeconômico (ISEC), cujos resultados retratam tanto as desigualdades entre os municípios, como suas fragilidades e potencialidades quanto à sustentabilidade. A hipótese inicialmente colocada quanto à importância do desenvolvimento de um índice de apoio à gestão pública também foi confirmada.

A metodologia de identificação, seleção e tratamento de dados secundários e fórmulas de cálculo para composição do ISE, restrito fundamentalmente a 12 indicadores, sendo 6 ambientais (IAMB) e outros 6 socioeconômicos (ISEC), também conseguiram evidenciar o desempenho da RMS e seus municípios individualmente e servir de alerta não somente quanto ao monitoramento, mas para contribuir efetivamente com a formulação e gestão de políticas públicas locais e metropolitanas. O IAMB evidenciou os problemas mais agudos quanto à disponibilidade de recursos hídricos, às emissões de gases efeito estufa, à coleta seletiva e as perdas lineares nos sistemas de distribuição de água.

Por sua vez, o ISEC conseguiu demonstrar problemas, que também são sérios, como o aumento da pobreza medido pelo número de famílias assistidas pelo Programa Bolsa Família, os problemas municipais na gestão da saúde e o problema da queda no percentual de pessoas entre 15 a 64 anos ocupadas, que se relacionam com a dinâmica do PIB per capita. Ressalte-se, que o ISE não tem intenção de “ranquear” municípios; ao contrário, todos têm fragilidades e a intenção é a melhoria constante.

Em síntese, o ISE calculado para 2019 estava em 0,517, numa faixa considerada de “alerta”. Neste mesmo ano o subíndice ambiental alcançou 0,355, numa faixa considerada “crítica” e o subíndice socioeconômico alcançou 0,679 numa faixa classificada como “boa”. Porém, as tendências para o futuro ainda não são as mais promissoras, sendo necessárias políticas públicas mais robustas, especialmente quanto ao IAMB.

Ainda quanto ao ISE, entende-se que ele pode e deve ser aprimorado e aperfeiçoado, apenas recomendando-se que não sejam incluídos muitos indicadores. No caso da RMS, uma proposta de melhoria do ISE seria, após a realização do Censo 2022, tentar compor um indicador habitacional que possa ser atualizado ao menos a cada 2 anos. Este indicador poderia substituir, caso venha a ser criado, e apenas como exemplo, pela integração do IDEB1 e IDEB2, evitando que se aumente o total de 12 indicadores, ficando o alerta de que é mais recomendado formular índices específicos por tema ou área a ser estudada. No limite, aumentar para 14 variáveis e incluir um índice para a segurança pública e outro ambiental, como a disposição de resíduos sólidos urbanos. Todavia, quanto maior o número de indicadores (variáveis), menor o peso relativo de todos os demais, influenciando no resultado.

Ainda quanto ao material e métodos da pesquisa com intensa pesquisa e organização e tabulação de dados e geração de séries temporais e figuras (gráficos e mapas), foram aplicados durante a pesquisa métodos como a análise multivariada de agrupamento (análise de cluster) hierárquica (método de Ward) e não hierárquica (k-médias) visando contribuir para agrupar os municípios com maior semelhança quanto às 12 variáveis/indicadores do ISE. A ferramenta, que também depende do manejo do pesquisador, mostrou-se adequada para o agrupamento dos municípios e os resultados obtidos pelos dois métodos destacaram Tapiraí isolado em um grupo; pelo método de Ward, foram 4 grupos, um com Tapiraí, outro com Alumínio e Araçariguama e ainda mais dois grupos, um com 14 e outro com 10 municípios. Para o método k-médias foram 2 conglomerados, com Tapiraí isolada e todos os demais 26 municípios em outro grupo.

Também foi calculado o Índice de Theil “L” padronizado como medida de entropia para todos os 12 indicadores de forma a medir o grau de desigualdade (desordem ou desarranjo) entre os municípios. Neste sentido, foi possível evidenciar que os indicadores ambientais (IAMB) possuem maior desigualdade como no caso da disponibilidade hídrica, coleta seletiva, cobertura vegetal, perdas de água e coleta e tratamento de esgoto e, de outro lado, a maioria dos indicadores socioeconômicos, como PIB per capita, IDEB, ocupação, bolsa família etc., têm baixa desigualdade na distribuição dentre os municípios.

Dessa forma, reitera-se que os objetivos desta pesquisa foram alcançados tanto pela proposição do Índice de Sustentabilidade (ISE) da RMS e seus respectivos subíndices ambiental (IAMB) e socioeconômico (ISEC), cujos resultados conseguiram

evidenciar tanto as desigualdades entre os municípios, como suas fragilidades e potencialidades relativas à própria sustentabilidade, que ao lado do Índice de Theil “L” como medida de entropia e da análise multivariada de cluster para análise de proximidades e semelhanças entre os municípios constituem-se em importantes ferramentas de diagnóstico, monitoramento, auxílio à gestão, e elaboração de políticas públicas locais e metropolitanas, de modo a superar o personalismo, a improvisação e a baixa qualidade do gasto público que ocorrem tanto em municípios de pequeno porte como em grandes cidades. Importante pontuar, inclusive, o desafio, especialmente em municípios de pequeno porte, quanto a sua real autonomia e condições financeiras, já prejudicadas e restritas em âmbito local, quiçá para implementar as políticas públicas metropolitanas, que se espera amplo apoio técnico e financeiro de todos os órgãos governamentais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Institui o Estatuto da Cidade e Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Decreto nº 91.990, de 25 de novembro de 1987**. IPCA índice oficial. Brasília: DOU, 1985.

_____. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm. Acesso em: 06 jan. 2019

_____. **Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022**. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: DOU 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/decreto/D11043.htm Acesso em 14 jul. 2022

_____. **Estatuto da Cidade**: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002. Disponível em: http://www.agenda21local.com.br/download/estatuto_cidade_2002.pdf. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. SAGICAD. SECRETARIA DE AVALIAÇÃO, GESTÃO DA INFORMAÇÃO E CADASTRO ÚNICO. Vis Data 3. **Dados do Programa Bolsa Família**. 2020. Disponível em: https://cecad.cidadania.gov.br/agregado/resumovariavelCecad.php?uf_ibge=35&nome_estado=&p_ibge=&nome_municipio=Selecione+um+munic%C3%ADpio&id=79. Acesso em 01 mai. 2021

BROWN, T. L.; LEMAY Jr., H. E. e BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. Trad. R. Matos. 9ª ed. São Paulo: Pearson, 2013.

BUARQUE, S. C. **Metodologias e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regional**. Texto para Discussão 939. IPEA. Brasília, DF, 2003. Disponível em: http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0939.pdf. Acesso em: 23 jan. 2019.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, Frederico Cavadas. **Mensurando a Sustentabilidade**. In: Peter May. (Org.). Economia do Meio ambiente - Teoria e Prática. 2ed. Rio de Janeiro: Editora Campus-Elsevier, 2010, v. 1 Disponível em: https://avauea.uea.edu.br/pluginfile.php/269751/mod_resource/content/1/Texto%201.pdf Acesso em: 01 jun. 2019

CBH-SMT. **Relatório II Prognóstico “Plano de Bacia”, abrangendo, no mínimo, o período 2016-2027**. Projeções Econômicas. P. 137-141 Seção 4.2.2.1.12; Disponível em: <https://www.fatectatui.edu.br/site2/downloads/bacias/PlanoDaBaciaDoSMT.pdf> Acesso em: 21 ago. 2021

CRISPIM, Diêgo Lima; FERNANDES, Lindemberg Lima; ALBUQUERQUE, Roberta Luiza de Oliveira. **Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA**. Revista Principia – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa, n. 46, p. 145-154, set. 2019. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/3203> >. Acesso em: 21 Jul. 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n46p145-154> > .

DE PAULA, B. L. **Aplicação do Processo Hierárquico Analítico (AHP) na priorização de áreas de risco geológico para a implantação de intervenções em assentamentos urbanos precários**. 2011. 198 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro/SP, UNESP, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102873>. Acesso em: 29 dez. 2018.

DIAS DA MOTA JUNIOR V, RIBEIRO F, AGOSTINHO DE LIMA F et IRIO RIBEIRO A, (maio 2022). **Olericultura e sustentabilidade: estudo sobre o Caguaçu no município de Sorocaba-SP/Br**. Trayectorias Humanas Trascontinentales, 13/2022. URL : Disponível em: <https://www.unilim.fr/trahs/4502> ou <https://www.unilim.fr/trahs/4377&file=1> (páginas 119 a 147) Acesso em: 29 mai. 2022

DIAS DA MOTA JUNIOR V, RIBEIRO F, AGOSTINHO DE LIMA F et IRIO RIBEIRO A, (maio 2020). **Proteção da biodiversidade, legislação e políticas públicas na região metropolitana de Sorocaba-SP**, Brasil, entre 2010 e 2019. Trayectorias Humanas Trascontinentales, 7/2020. URL : <http://www.unilim.fr/trahs/2113> (páginas 79 a 89)

EMPLASA. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. PEDRETTI, L. J.; CARVALHO, T. A. L. R. ; NAHAS, C. M. R. ; SENESE NETO, E. ; CASSIM, M. F. ;

MIRANDA, M. V. ; NUCCI JUNIOR, E. ; LIMA, F.A. ; LARA, R. H. ; NAGY, A. R. ; FERREIRA, C. C. ; SILVA, E. P. ; RIBEIRO, F. C. ; GUERRERO, J. M. A. ; MOTA JUNIOR, V. D. ; PIRES, G. M. ; FREITAS, E. N. ; OLIVEIRA, C. H. H. . **Processo de Criação da Região Metropolitana de Sorocaba**. 2013. Nº de Chamada: 22 22.02 55.01 Disponível em:

<https://bibliotecavirtual.emplasa.sp.gov.br/AbrirArquivo.aspx?ID=20781>. Acesso em 14 jan. 2019.

_____. SIM-EMPLASA. **Sistema de Informações Metropolitanas**.

Disponível em: <https://geo.emplasa.sp.gov.br/Mapa?contexto=emplasageo>. Acesso em: 23 jan. 2019

_____. **Sistema Mapeia São Paulo**. Disponível em:

<http://www.mapeiasp.sp.gov.br/Login/index?ReturnUrl=%2f>. Acesso em: 23 jan. 2019

ESRI. **ArcGIS Desktop**. Release 10.1. Redlands Environmental Systems Research Institute. 2014

FABRE, VALKYRIE & SCHEEFFER, FERNANDO & FLACH, LEONARDO. (2020). **Interferências das ideologias políticas sobre os gastos destinados à gestão ambiental no Brasil**. Contabilidad y Negocios. 15. 140-156. 10.18800/contabilidad.202002.008.

FARIA, D. G. M.. **Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do Processo de Análise Hierárquica (AHP)**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-08122011-110908/en.php>.

Acesso em: 29 dez. 2019.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. Elsevier Brasil, 2017.

FLACH, Prof. Dr. Leonardo Flach. **Análise de Clusters** (Conglomerados, Agrupamentos Hierárquicos e Não Hierárquicos). YouTube, 15 de set. de 2020. Disponível em:

<https://youtu.be/N8vttqtbjM> Acesso em: 20 de jun. de 2022

FREITAS FIRKOWSKI, O. L. C. de. **Porque as regiões metropolitanas no Brasil são regiões, mas não são metropolitanas**. Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD, [S. l.], n. 122, p. 19–38, 2012. Disponível em:

<https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/465>. Acesso em: 11 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>.

Acesso em: 05.jan. 2019.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Downloads **IBGE: Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE2016. Disponível

em:<https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 26 set. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: IBGE 2012. 125p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico do Uso da Terra**. 3ª Edição. Rio de Janeiro. IBGE, 2013. 171p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **@Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>> . Acesso em 08 jan. 2019.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000 Trabalho e Rendimento: Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000b. 306 p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000 Características Gerais da população: Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000^a. 306 p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000 Educação: Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000c. 306 p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pessoal Ocupado: tabela Sidra nº 6450**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938> > . Acesso em 08 jan. 2021.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB Municipal: tabela Sidra nº 5938**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938> > . Acesso em 08 jan. 2021.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. PNUD. Brasília: 2013. 51.p. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/rio-de-janeiro_rj>. Acesso em 20 jan.20

IBM Corp. Released 2011. **SPSS Statistics for Windows**. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp, 2011.

IPEA, PNUD e FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Região Metropolitanas Brasileiras**: Florianópolis, Sorocaba, Ride Grande Teresina, Ride Petrolina-Juazeiro. 2017. 54 p. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/Atlas_IDHM_Book_WEB.pdf. Acesso em: 14 jan. 2019.

IPEA. **REGIC: Trajetória, Variações e Hierarquia Urbana em 2018**. Texto para discussão 2666. 2021. Rosa Moura, Liria Nagamine, Gustavo Ferreira. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2666.pdf> Acesso em: 21 Jul. 2022

LIMA, Flaviano A.; Mação, Douglas P.; ROVEDA, José A. F.; LOURENÇO, Roberto W. **Estatuto da metrópole: desafios para a elaboração do plano de**

desenvolvimento urbano integrado e sustentável. Simpósio Mundial de Sustentabilidade. Conferência Internacional Bridge 2019. Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). University of Cambridge. 17 a 19 de Setembro de 2019. Florianópolis (SC). ISSN 2316-3038. Anais: Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1wAXO0a1I2CnaZNvSznyt2WS2A1Zo9-vZ/view?usp=sharing> Acesso em: 21 ago. 2021

LYRA, R. L. W. C. **Análise hierárquica dos indicadores contábeis sob a óptica do desempenho empresarial**. 2008. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) – Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-12012009-182631/pt-br.php>. Acesso em: 29 dez. 2018.

MARGUTI, B. O., COSTA, M.A., FAVARÃO, B. (Org.). **Brasil Metropolitano em foco: desafios à implementação do Estatuto da Metrópole**. Brasília: Ipea, 2018. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180410_brasil_metropolitano_em_foco.pdf Acesso em: 13 abr. 2019.

MELO, M. A. **Indicadores geoambientais como instrumento de avaliação e monitoramento aos projetos de zoneamento ecológico-econômico no Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-11042016-113747/pt-br.php>. Acesso em: 29 dez. 2018.

MOTA JUNIOR, Vidal Dias da. **Atores, estratégias e motivações na criação de municípios paulistas nos períodos democráticos pós-1946: um estudo na Região Administrativa de Sorocaba**. Campinas, SP : [s. n.], 2006. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

OSGEO. Open-Source Geospatial Foundation. **Quantum Sistema de Informação Geográfica - QGIS**. Versão 2.18. Disponível em: http://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-2.18.28-1-Setup-x86_64.exe. Acesso em: 19 fev. 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção [6] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**. 2020. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em 14 jun.2022

REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA. **Deliberação nº 1/2016 do Conselho de Desenvolvimento**. Cria o Comitê Executivo do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6hd3Dp3N0PZUHVfFdWpjYmhURzQ/view>. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Metodologia: Leitura unificada dos zoneamentos e macrozoneamentos municipais da RMS**. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0B6hd3Dp3N0PZSUpIN1Y3WGIIInM/view>. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Mapa: Áreas Ambientais Protegidas** - 08-01-2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/11Fw2kmf4oB7BkYkJdoOeAtHhfEcN3Odl/view?usp=sharing>. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Guia Metodológico**. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=0B6hd3Dp3N0PZMnc4WWFEelBtNUE>. Acesso em: 12 jan. 2019

_____. **Regulamento das Eleições**. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6hd3Dp3N0PZN3JCQm5IR1FTM1U/view?usp=sharing>. Acesso em: 12 jan. 2019

_____. **Regulamento de Trabalho**. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=0B6hd3Dp3N0PZaDBWNG5YSG1rdGs>. Acesso em: 12 jan. 2019

_____. **Panorama Regional**. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6hd3Dp3N0PZZ2l1Q0RnWDhfSzg/view>. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Relatório Preliminar GT Macrozoneamento** – Janeiro/2018. Disponível em: <https://www.pdui.sp.gov.br/sorocaba/wp-content/uploads/2018/01/Relatorio-de-Atividades-Parcial-Macrozoneamento-final.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2019.

RIBEIRO, F. C. . **Hayek e a Teoria da Informação: uma análise epistemológica**. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2002. 130p.

_____, F. C. . **Aspectos Econômicos da Onipotência**. São Paulo: Annablume, 2011. 232p .

RIBEIRO, FRANCISCO CARLOS; LIMA. F.A. ; MOTA JUNIOR, V. D. ; LANCAS, S. Y. S. ; CONTI, C. O. ; ALMEIDA, G. C. ; ROSA, L. C. . **Social Capital and Unified Public Policies Modeling Optimum Behavior for Metropolitan Development**. Setembro 2020. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra). Palavras-chave: administração pública; Behavioral Economics; Economia Regional; Economia Urbana; Capital Social; Segurança Jurídica.

RIBEIRO, F. C.; LIMA. F.A. ; MOTA JUNIOR, V. D. ; CAMARGO, R. A. ; CONTI, C. O. ; ROSA, L. C. . **O Novo Rural e a pertinência da Embrapa Hortaliças para a Região Metropolitana de Sorocaba: Uma Agenda Estratégica e Prioritária**. In: ANITA KON. (Org.). O Brasil em Transição. Economia Contemporânea. 1ed. São Paulo: Alta Books, março 2020, v. , p. 221-252. ISBN: 978-85-5081-169-7 Disponível em: <https://www.altabooks.com.br/produto/o-brasil-em-transicao-2/> Acesso em: 15 ago. 2021

RIBEIRO, FRANCISCO CARLOS; LIMA. F. A.; MOTA JUNIOR, V. D.; CAMARGO, R. A.; CONTI, C. O.; ROSA, L. C.. **Indicadores comparados da Produção**

Agrícola da Região Metropolitana de Sorocaba: Emprego, Renda e Capital Humano. In: XV Ciclo de Debates em Economia Industrial, Trabalho e Tecnologia, 2017, São Paulo. XV Ciclo de Debates em Economia Industrial Trabalho e Tecnologia. São Paulo: EEIT-PUC-SP. p. 21-30. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580393330/completo.pdf> Acesso em 15 mai 2022

RIBEIRO, Francisco Carlos; LIMA, Flaviano Agostinho de; MOTA JUNIOR, Vidal Dias da; LANÇAS, Sandra Yukari Shirata; CONTI; Celio Olderigi De; *ALMEDA*, Geraldo César; ROSA, Luiz Carlos. **Indústria da Região Metropolitana de Sorocaba:** uma análise de vulnerabilidade setorial e de capital social. XVII Ciclo de Debates em Economia Industrial Trabalho e Tecnologia. PUC-SP, setembro, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332254085_Industria_da_Regiao_Metropolitana_de_Sorocaba_Uma_analise_de_vulnerabilidade_setorial_e_de_capital_social https://www.academia.edu/40435984/Ind%C3%BAstria_da_Regi%C3%A3o_Metropolitana_de_Sorocaba._Uma_an%C3%A1lise_de_vulnerabilidade_setorial Acesso em: 21 ago. 2021

RIBEIRO, Francisco Carlos; LIMA, Flaviano Agostinho de; MOTA JUNIOR, Vidal Dias da; CAMARGO, Roger Augusto; CONTI; Celio Olderigi De; ROSA, Luiz Carlos. **A Produção Olerícola da Região Metropolitana de Sorocaba.** XVII Ciclo de Debates em Economia Industrial Trabalho e Tecnologia. PUC-SP, setembro, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/40435909/A_PRODU%C3%87%C3%83O_OLER%C3%84DCOLA_NA_REGI%C3%83O_METROPOLITANA_DE_SOROCABA Acesso em: 21 ago. 2021

RIBEIRO, Francisco Carlos; LIMA, Flaviano Agostinho de; MOTA JUNIOR, Vidal Dias da; CAMARGO, Roger Augusto; CONTI; Celio Olderigi De; ROSA, Luiz Carlos. **O novo rural e a pertinência da EMBRAPA hortaliças para a Região Metropolitana de Sorocaba:** uma agenda de desafios! XVI Ciclo de Debates em Economia Industrial Trabalho e Tecnologia. PUC-SP, maio, 2018. Disponível em: <http://www.pucsp.br/xvi-ciclo-de-debates-em-economia-industrial-trabalho-e-tecnologia> Livro publicado em 2020 Editora Alta books: <https://www.altabooks.com.br/produto/o-brasil-em-transicao-2/> Acesso em: 13 fev. 2021

ROLNIK, R; SOMEKH, N. **Governar as metrópoles:** dilemas da recentralização. São Paulo em perspectiva, v. 14, n. 4, p. 83-90, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000400009&script=sci_arttext&tlng=pt Acesso em: 06 jan. 2019

SALES, Jomil Costa Abreu. **Metodologia de análise integrada de indicadores ambientais em bacias hidrográficas.** -- Sorocaba, 2019 210 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp).

SANTOS, C. S.; RITA, F. S.; BARBOSA, R. A. (Orgs). Abordagens interdisciplinares em ciências ambientais: saúde - educação e sociedade. 1ª Ed: Gradus Editora.

Bauru, São Paulo. 2021 (2º semestre). **Perspectivas Ambientais para a Bacia Hidrográfica do rio Jundiá Mirim, a partir do Estudo das Legislações Urbanísticas Municipais**. Pg. 99 ((184 p). ARAÚJO, Letícia Medeiros; LIMA, Flaviano Agostinho de; MEDEIROS, Gerson Araújo. ISBN: 978-65-88496-42-8; DOI 10.46848/978136; Capítulo do Livro; Disponível em: <https://www.graduseditora.com/abordagens> Acesso em: 21 jul. 2022

SÃO PAULO. **Lei Complementar nº 1.241, de 08 de maio de 2014**. Cria a Região Metropolitana de Sorocaba e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2014/lei.complementar-1241-08.05.2014.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Fica%20criada%20a,1%C2%BA%20de%20agosto%20de%201994>. Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. **Diagnóstico Síntese do Relatório Final do PERH 2020-2023**, Volume 1, Tomo I – Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/12/consulta-publica-plano-estadual-de-recursos-hidricos-recebe-154-contribuicoes/> ou <https://drive.google.com/file/d/1CmuE8ATIJJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view> Acesso em: 21 jul. 2022

_____. **Caracterização e Situação dos Recursos Hídricos relativo à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 a 2023 (PERH-SP): Relatório Final - Volume 1 - Diagnóstico Síntese - Tomo I**. 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1CMuE8ATIJJeCOGisRRdEg4tpCNoEXPM0Y/view> Acesso em: 14 jun. 2022

_____. SMA. Secretaria do Meio Ambiente/ CRHi - Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Banco de Indicadores**: para Gestão de Recursos Hídricos do estado de São Paulo. São Paulo: SMA, 2022.

_____. SMA. Secretaria do Meio Ambiente/ CRHi - Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Ficha de Indicadores para Gestão de Recursos Hídricos (2011)**. Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7292/fichas-explicativas-280911.pdf>> Acesso em 13 mai. 2022

_____. **Inventário Florestal do estado de São Paulo 2020**. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf> Acesso em 01 jun. 2022

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/> . Acesso em: 06 jan. 2019.

_____. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. (Org.). **Portal de Estatística do Estado de São Paulo**: População e Estatísticas Vitais. 2017. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br> >. Acesso em: 23 out. 2017.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Base de Dados de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Municípios Brasileiros 2000-2019**: coleção 2.0 (junho 2022). Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/downloads/tabelao-setores-SEEG-Municipios-2_0-GWP-AR5-FINAL-SITE.xlsx Acesso em: 09 jul. 2022

SEIDEL, Enio Júnior *et al.* **Comparação entre o método Ward e o método K-médias no agrupamento de produtores de leite**. Ciência e Natura, p. 07-15, 2008.

SEPÚLVEDA, Sergio. **Desenvolvimento microrregional sustentável: métodos para planejamento local**. Brasília: IICA, 2005. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8864/BVE20037877p.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 06 jan. 2020

SILVA, Darllan Collins da Cunha e. **Proposta metodológica para elaboração de um índice espacial de sustentabilidade ambiental aplicado a bacias hidrográficas**. 2016, Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciência e Tecnologia (Câmpus Sorocaba) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 158 f.: il. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/144610/silva_dcc_dr_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y Acesso em 01 jun. 2019

SILVA, João Felipe Barbosa Araripe *et al.* **Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses**. Revista de Administração Pública [online]. 2018, v. 52, n. 1 [Acessado 29 Julho 2022] , pp. 149-168. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0034-7612163114>>. ISSN 1982-3134. Acesso em: 06 jan. 2020

SILVA, Rita de Cassia Ferreira da. **Modelagem do aporte de sedimentos aplicada à bacia hidrográfica do rio Una (SP)**: Uma proposta para o diagnóstico de assoreamento. -- Sorocaba, 2021, 150 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp).

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **SNIS Municípios**. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/> Acesso em 21 jun.2022

SOUSA, Jocy Ana Paixão de. **Elaboração de um índice de vulnerabilidade ambiental dos fragmentos florestais da mata atlântica**. --Sorocaba, 2021, 162 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp).

TAYRA, Flávio e RIBEIRO, Helena. **Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências**. Saúde e Sociedade [online]. 2006, v. 15, n. 1, pp. 84-95. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0104-12902006000100009> >. Epub 20 Mar 2008. ISSN 1984-0470. Acesso em: 29 jul. 2022

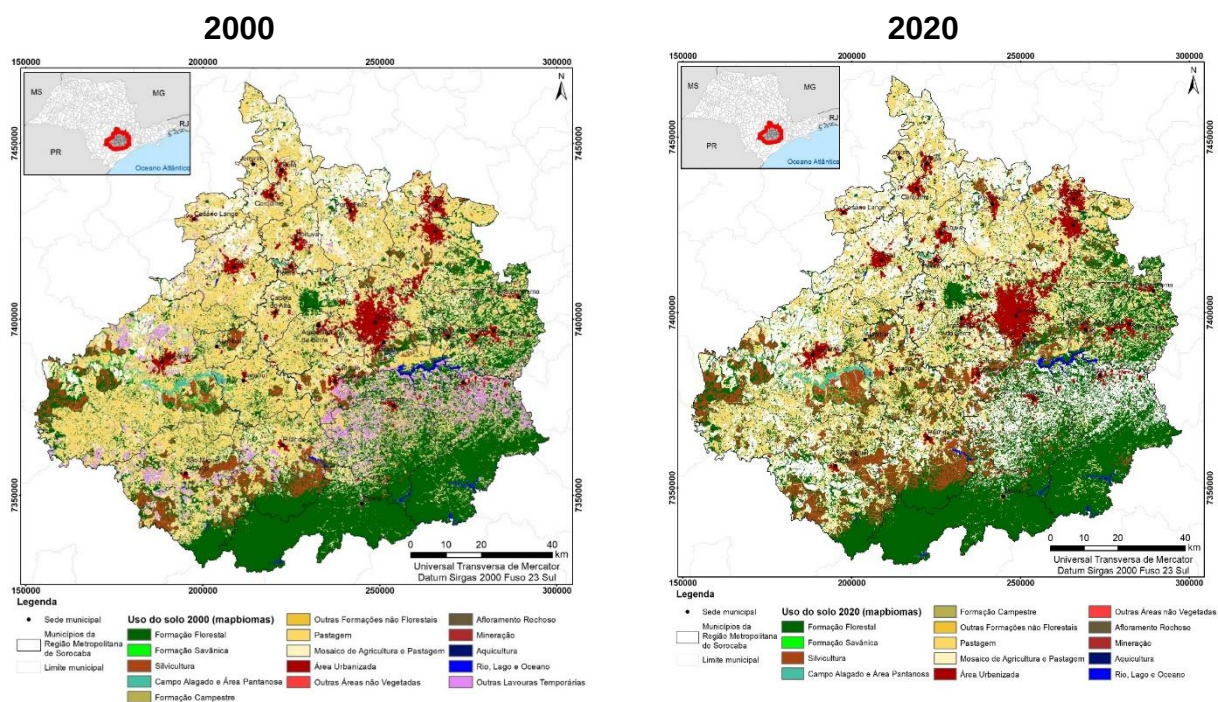
TCE-SP. Tribunal de Contas do Estado de São Paulo. **Índice de efetividade da Gestão Municipal (IEG-M)**: tema da Saúde (i-saúde). Disponível em:

https://painel.tce.sp.gov.br/pentaho/api/repos/%3Apublic%3Aieg_m%3Aiegm.wcdf/generatedContent?userid=anony&password=zero. Acesso em 17 jun. 2022.

UERJ. Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. **Sistema LABGIS**. Disponível em: <https://www.labgis.uerj.br/noticias/ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>. Acesso em: 06 jan. 2019.

VIEIRA, Joice de Melo. **Possibilidade de Aplicação da Análise de Entropia nas Ciências Sociais e na Demografia**. Ideias | Campinas (SP) | Edição Especial | nova série | 2013 . Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ideias/article/download/8649412/15967/27883>> Acesso em: 07 jul. 2022.

APÊNDICE A - Mapa do Uso e Ocupação do Solo da RMS nos anos 2000 e 2020



Fonte: autoria própria com dados do MapBiomas (2020)

APÊNDICE B - Dados do Uso e Ocupação do Solo da RMS nos anos 2000 e 2020

Classe	2000	Peso % 2020	2020	Peso % 2020	Evolução	Var. %
Aquicultura	39,6	0,003%	49,8	0,004%	10,2	25,7%
Formação Florestal (FLORESTA)	335.517,4	28,90%	358.299,9	30,86%	22.782,5	6,8%
Formação savânica (FLORESTA)	2.691,5	0,232%	1.420,0	0,122%	-1.271,5	-47,2%
Silvicultura (monocultura)	48.024,7	4,14%	96.776,6	8,33%	48.751,9	101,5%
Formação campestre	3.740,1	0,322%	3.520,8	0,303%	-219,3	-5,9%
Mineração	486,2	0,042%	524,7	0,045%	38,4	7,9%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	284.615,5	24,51%	278.598,3	23,99%	-6.017,2	-2,1%
Não identificado	0,7	0,000%	0,1	0,000%	-0,6	-87,5%
Outras formações não florestais	1,9	0,000%	2,0	0,000%	0,2	8,7%
Outras áreas não vegetadas	2.208,4	0,190%	2.843,8	0,245%	635,4	28,8%
Pastagem	329.169,0	28,35%	157.550,8	13,57%	-171.618,2	-52,1%
Lavoura Perene	3.587,2	0,309%	9.482,8	0,817%	5.895,6	164,4%
Rio, lago e oceano	10.251,8	0,883%	9.000,3	0,775%	-1.251,5	-12,2%
Afloramento Rochoso	19,8	0,002%	21,3	0,002%	1,6	7,9%
Lavoura Temporária	81.993,9	7,06%	173.734,8	14,96%	91.740,9	111,9%
Área urbanizada	48.223,2	4,15%	59.021,1	5,08%	10.797,9	22,4%
Campo alagado e área pantanosa	10.574,4	0,91%	10.298,2	0,89%	-276,2	-2,6%
Total Geral (em hectares)	1.161.145,3	100%	1.161.145,3	100%	0%	0%

Fonte: autoria própria com dados do Mapbiomas (2020)