



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - CDS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL: UMA NOVA
PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E
AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

NANINI CASTILHOS DE RABELO E SANT'ANNA

BRASÍLIA-DF
2017

NANINI CASTILHOS DE RABELO E SANT'ANNA

**ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL: UMA NOVA
PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E
AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, do Centro de Desenvolvimento Sustentável, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre. Orientadora: Dra. Cristiane Barreto

BRASÍLIA-DF
2017

CASTILHOS, Nanini R. S. Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal: uma nova proposta metodológica para a avaliação socioeconômica e ambiental dos municípios brasileiros.

Banca de avaliação integrada por:

Prof.^a Dr.^a Cristiane Gomes Barreto
Orientadora – CDS/UNB

Prof. Dr. José Luiz de Andrade Franco
Membro Interno – CDS/UNB

Prof. Dr. Antônio Cezar Leal
Membro Externo – Departamento de Geografia/Unesp

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação à pessoa que me faz convicto de que amar vale a pena, e é o caminho que me faz ser um homem de verdade. À minha namorada Angélica Mundim Faria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, minha família, meus professores e colegas do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.

EPÍGRAFE

“Torne-se uma erva contra o vento, A raiz enterrada no chão e as folhas soltas ao vento.

Torne-se uma pedra quando chover. Seja resistente e jamais se mova.

Torne-se um dragão contra as cachoeiras e suba as correntezas. E torne-se uma montanha contra o mal.

Jamais recue, mesmo que sua vida esteja em perigo!”

Mestre Dohko - Cavaleiro de Libra

(Masami Kurumada)

RESUMO

O desenvolvimento sustentável, em termos gerais, é uma nova alternativa de desenvolvimento socioeconômico baseado no conceito do *triple bottom line*. A consolidação do tema da sustentabilidade inspirou e incitou doutrinas e teorias econômicas e sociológicas, além de demandas por políticas de proteção ambiental. Então surgiram as primeiras propostas de construção de indicadores ambientais. Os indicadores de sustentabilidade têm a capacidade de comunicar o progresso de uma atividade ou local em relação a uma meta. A sua representação deve ser clara e objetiva o suficiente para retratar o mais próximo da realidade e prever possíveis consequências. A construção de indicadores de sustentabilidade é complexa, pois a representação da realidade e da relação do meio ambiente com a sociedade envolve uma rede ampla de perspectivas e fatores. A criação de um índice busca também preencher as falhas reconhecidas em outras metodologias mais aplicadas. Com isso, esse estudo tem por objetivo propor um novo índice de sustentabilidade denominado Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal – IPSM, cuja intenção é apresentar uma proposta metodológica, cuja aplicação seja adequada para os municípios brasileiros, independentemente de seu porte, para uma comparação em escala temporal do seu desempenho. Para o método, realiza-se uma análise dos indicadores relativos à quatro dimensões, incluídas em índices temáticos, sendo que, os indicadores possuem pesos diferentes para cada município. Esses pesos são atribuídos de acordo com os aspectos identificados por *stakeholders*, referentes às características do município. Essa identificação é realizada por meio de um questionário, denominado “Questionário de ponderação”, aplicado a gestores ou especialistas da área ambiental envolvidos no processo de tomada de decisão do município para que então seja aplicada análise hierárquica (AHP) para cálculo das importâncias. Os valores dos indicadores são normalizados dentro de escala percentis. O IPSM foi aplicado para dois municípios: Paracatu-MG e Anápolis-GO, mostrando diferenças relativamente significativas entre a performance de sustentabilidade, correspondendo justamente às suas diferenças demográficas, sociais, ambientais, institucionais e econômicas.

Palavras-Chave: Índice Municipal; Análise Hierárquica;

ABSTRACT

The sustainable development is a new socio-economic development alternative, based on the triple bottom line concept. The consolidation of the theme of sustainability has inspired and stimulated economic and sociological doctrines and theories, and demands for environmental protection policies. So, came the first proposals to build environmental indicators. Sustainability indicators have the ability to communicate the progress of an activity in relation to a performance. The representation must be clear and objective enough to represent the reality and predict possible consequences. The construction of sustainability indicators is complex, since the representation of reality and the relationship between the environment and society involves a wide network of perspectives. The creation of an index also seeks to fill in the flaws recognized in other more applied methodologies. The objective of this study is to propose a new sustainability index called the Municipal Sustainability Performance Index (IPSM), which intends to present a methodological proposal, which is appropriate for Brazilian cities, for all sizes, for a comparison in time scale of their performance. For the method, an analysis of the indicators related to four dimensions, included in thematic indexes, is carried out. So, the indicators have different weights for each city. These weights are attributed according to the aspects identified by stakeholders, referring to the characteristics of the municipality. This identification is carried out by means of a questionnaire, called "Weighting Questionnaire", applied to environmental managers or experts involved in the municipal decision-making process so that hierarchical analysis (AHP) is applied to calculate the amounts. The values of the indicators are normalized into percentile scales. The IPSM was applied to two cities: Paracatu-MG and Anápolis-GO, showing relatively significant differences between sustainability performance, corresponding precisely to their demographic, social, environmental, institutional and economic differences.

Key-words: Municipal Index; Hierarchical Analysis;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface do método do Painel da Sustentabilidade.	20
Figura 2 – Exemplo de ilustração de resultados do Painel de Sustentabilidade.	23
Figura 3 – Representação cromática do grau de sustentabilidade apontado pelo método do Painel da Sustentabilidade.....	24
Figura 4 - Pegada ecológica por uso da terra de todo planeta, entre 1961 e 2008.	28
Figura 5 – Exemplo de mapa temático da pegada ecológica mundial, feita para o ano de 2009.	29
Figura 6 – Representação gráfica dos resultados do Barômetro da Sustentabilidade.....	33
Figura 7: Fluxograma representativo do System Assessment Method.....	40
Figura 9 – Características do método AHP.	69
Figura 10 - Estrutura Hierárquica Básica da Análise Hierárquica de Processos.....	71
Figura 11 – Matriz de julgamento paritário do método AHP.	72
Figura 11 – Instruções de preenchimento do formulário de ponderação do Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal.	73
Figura 12 – Formulário de preenchimento para comparação de importância entre índices temáticos.	74
Figura 13 – Planilha de preenchimento do pesquisador para o cálculo das importâncias relativas e da consistência.....	74
Figura 14 – Sistematização do cálculo de Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal.	76
Figura 15 – Gráfico de análise estratégica ambiental do IPSM.	77
Figura 16 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos indicadores, relativos ao município de Paracatu-MG.	83
Figura 17 – Análise estratégica ambiental de indicadores do IPSM para o município de Paracatu-MG.	85
Figura 18 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos índices temáticos, relativos ao município de Paracatu-MG.	86
Figura 19 – Análise estratégica ambiental de índices temáticos do IPSM para o município de Paracatu-MG.	87
Figura 20 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos indicadores, relativos ao município de Anápolis-GO.	93
Figura 21 – Análise estratégica ambiental de indicadores do IPSM para o município de Anápolis-MG.....	95
Figura 22 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos índices temáticos, relativos ao município de Anápolis-GO.	96
Figura 23 – Análise estratégica ambiental de índices temáticos do IPSM para o município de Anápolis-GO.	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de municípios brasileiros por faixa de tamanho populacional....	35
Tabela 2 – Quantidade dos artigos mais relevantes do Google Acadêmico sobre índices de sustentabilidade aplicados aos municípios brasileiros.	35
Tabela 3 – Escalas normalizadas para os indicadores de Qualidade de Vida Humana.....	66
Tabela 4 – Escalas normalizadas para os indicadores de Pressão Antrópica.	67
Tabela 5 – Escalas normalizadas para os indicadores de Capacidade Institucional.	67
Tabela 6 – Escalas normalizadas para os indicadores de Qualidade do Sistema Ambiental.	68
Tabela 7 - Índices randômicos do método AHP.	70
Tabela 8 – Importâncias relativas e finais obtidas para índices temáticos e indicadores para o município de Paracatu-MG.	79
Tabela 9 – Valores e performance dos indicadores utilizados no IPSM para o município de Paracatu-MG.....	81
Tabela 10 – Importâncias relativas e finais obtidas para índices temáticos e indicadores para o município de Anápolis-MG.	90
Tabela 11 – Valores e performance dos indicadores utilizados no IPSM para o município de Anápolis-GO.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais metodologias/índices de desenvolvimento sustentável analisados por Van Bellen (2004).	19
Quadro 2 – Dimensões e indicadores utilizados na metodologia do Painel da Sustentabilidade.	22
Quadro 3 – Relação entre usos da terra e atividades antrópicas utilizada para cálculo da pegada ecológica.	26
Quadro 4 – Municípios brasileiros analisados pelo método do Barômetro da Sustentabilidade, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.	36
Quadro 5 – Municípios brasileiros analisados pelo método do Painel da Sustentabilidade, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.	36
Quadro 6 – Municípios brasileiros analisados pelo método da Pegada Ecológica, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.	37
Quadro 7 - Escala de comparação dos critérios para método AHP.	72

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 - ESTADO DA ARTE SOBRE ÍNDICES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	16
1.1 Dashboard of Sustainability	20
1.2 Ecologic Footprint Model	25
1.3 Barometer of Sustainability	31
1.4 Considerações finais.....	34
CAPÍTULO 2 – CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DO ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL (IPSM)	39
2.1 Propriedades do Índice de Performance Da Sustentabilidade Municipal	41
2.1.1 Escopo.....	41
2.1.2 Esfera	45
2.1.3 Tipologia dos dados.....	45
2.1.3.1 Indicadores de Qualidade de Vida Humana	51
2.1.3.2 Indicadores de Pressão Antrópica	55
2.1.3.3 Indicadores de Capacidade Institucional	59
2.1.3.4 Indicadores de Qualidade do Sistema Ambiental	62
2.1.3 Tratamento dos dados	66
2.1.4 Interface.....	73
CAPÍTULO 3 – PANORAMA DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL	78
3.1 Aplicação do IPSM para o município de Paracatu-MG	78
3.1.1 Preenchimento do Formulário de Ponderação	78
3.1.2 Obtenção das importâncias relativas	79
3.1.3 Obtenção de dados primários e normalização nas escalas de performances	80
3.1.4 Análise ambiental estratégica dos indicadores e índices temáticos.....	82
3.1.5 Valor de IPSM para o município do Paracatu-MG	88
3.2 Aplicação do IPSM para o município de Anápolis-GO.....	89
3.2.1 Preenchimento do Formulário de Ponderação	89
3.2.2 Obtenção das importâncias relativas	89
3.2.3 Obtenção de dados primários e normalização nas escalas de performances	91

3.2.4 Análise ambiental estratégica dos indicadores e índices temáticos.....	92
3.2.5 Valor de IPSM para o município do Anápolis-GO.....	98
3.3 Considerações gerais da aplicação do IPSM	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
REFERÊNCIAS.....	102
ANEXOS	107
ANEXO 1	107
ANEXO 2	109
ANEXO 3	110
ANEXO 4	112

INTRODUÇÃO

A problemática entre a exploração e organização das sociedades começou a ser reconhecida e debatida a partir do século XIX, quando emergiu uma preocupação decorrente dos efeitos da modernização dos processos produtivos das indústrias. No século XX, a qualidade de vida humana passou a ser um componente relacionado à produtividade. Na década de 1950, economistas de várias partes do mundo já reconheciam a relação entre a qualidade de vida e o consumo excessivo dos recursos naturais, e da necessidade de produzir insumos de forma mais eficiente com adoção de novas tecnologias. A ideia de que, para evitar o comprometimento dos recursos ambientais deve-se limitar o crescimento econômico foi sendo substituída pelo modelo do desenvolvimento sustentável, e ganhou destaque mundial, sendo pauta principal de conferências da Organização das Nações Unidas nas décadas de 1970 e 1980 (BURSZTYN & DRUMMOND, 2009; NASCIMENTO et al., 2015).

O desenvolvimento sustentável, em termos gerais, é uma nova alternativa de desenvolvimento socioeconômico baseado no conceito do *triple bottom line*, proposto por Brundtland em 1987, que recomenda um modelo que priorize os recursos naturais, humanos e econômicos, garantindo que o atual consumo não comprometa sua disponibilidade futura (GRAY & MILNE, 2004).

A consolidação do tema da sustentabilidade inspirou e incitou doutrinas e teorias econômicas e sociológicas, além de demandas por políticas de proteção ambiental. No século XXI a dimensão ambiental tende a se tornar indissociável da econômica e social (BURSZTYN & DRUMMOND, 2009).

Em meados dos anos 1990 surgiram as primeiras propostas de construção de indicadores ambientais, cujo objetivo é subsidiar informações e nortear as políticas públicas, articulações horizontais e verticais, e as tomadas de decisão, por meio de dados que evidenciam e ilustram as interações entre as atividades antrópicas e o meio ambiente. Desde então, vários índices foram criados para agregar esses indicadores e apontar a tendência ou performance do desenvolvimento socioeconômico e ambiental em relação a uma meta pré-estabelecida de sustentabilidade (BRAGA et al., 2009).

CAPÍTULO 1 - ESTADO DA ARTE SOBRE ÍNDICES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Indicadores são importantes ferramentas de planejamento e gestão ambiental. Quando escolhidos convenientemente para um determinado estudo, ou para a criação de um índice, podem descrever padrões e prever tendências de um compartimento ambiental e evidenciar ações antrópicas ou outros elementos que possam interferir em tais padrões. Para tal, os indicadores fornecem uma interpretação de dados ambientais. Entretanto, um indicador não possui a capacidade de formar uma interpretação completa sobre processos que podem ocorrer com grandes segmentos ambientais (como nos meios físico, biótico e socioeconômico), tornando necessário o entendimento sobre o efeito sinérgico de seus diferentes parâmetros (SÁNCHEZ, 2008).

Indicadores ambientais são usualmente desenvolvidos e mensurados por órgãos governamentais a fim de responder à índices internos ou internacionais, para que então se possa definir ações prioritárias para o desenvolvimento sustentável e orientar planejamentos ambientais (SÁNCHEZ, 2008).

Em específico, os indicadores de sustentabilidade têm a capacidade de comunicar o progresso de uma atividade ou local em relação a uma meta. A sua representação deve ser clara e objetiva o suficiente para retratar o mais próximo da realidade e prever possíveis consequências. Assim como na avaliação de impacto ambiental, os indicadores ambientais podem ser escolhidos de acordo com critérios de importância (RABELO & LIMA, 2007).

Para realizar uma investigação sobre a sustentabilidade ambiental de um determinado local, deve-se considerar que esta pode ser feita em perspectiva multinível e multiescalar, principalmente em relação às dimensões geográfica, social e temporal. Isso porque, a tomada de decisão de um governo federal, estadual ou municipal depende das peculiaridades regionais sobre o que leva o desenvolvimento de sua região (VAN BELLEN, 2004).

Do ponto de vista da mudança das condições ambientais ao longo do tempo, o planejamento ambiental e a formulação de políticas públicas, dependem da eficiência e da representatividade das ferramentas de avaliação de performance. Essas são úteis pelas suas funções analítica, de comunicação, de aviso e mobilização, e de

coordenação, pois, por meio dessas é possível interpretar e organizar dados de uma pesquisa, o estabelecimento de metas, informar e popularizar como o desenvolvimento está progredindo (VAN BELLEN, 2004).

A metodologia de um índice deve buscar a melhor forma de organizar os dados para que estes possam ser acessíveis e compreendidos, e para que a tomada de decisões também seja eficiente. Os indicadores que compõem esses índices devem ter como característica a capacidade de informar e orientar, tanto os *stakeholders* quanto os gestores sobre o fato de que diferentes modelos produtivos e atividades antrópicas causam também efeitos diferentes sobre o meio ambiente (RABELO & LIMA, 2007; VAN BELLEN, 2004).

Veiga (2010) afirma que, atualmente, é imprescindível seguir as recomendações do *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress* de Stiglitz et al. (2009) para a utilização de indicadores de sustentabilidade. Nesse relatório consta a necessidade de mensurar os desempenhos econômicos, de qualidade de vida humana e de sustentabilidade, sob a ótica da capacidade de um local em manter seus processos socioeconômicos assegurando a biocapacidade. A escolha dos indicadores deve priorizar aqueles que possuam a capacidade de verificar uma tendência, e não apenas uma observação do momento atual.

A construção de indicadores de sustentabilidade também é complexa, pois a representação da realidade e da relação do meio ambiente com a sociedade envolvem-se em uma rede ampla de perspectivas e fatores. Para tornar essa problemática mais acessível, é necessário diminuir a visão subjetiva sobre as consequências socioambientais dos diversos tipos de impactos ambientais negativos, pela sistematização e quantificação dos elementos potencialmente poluidores e degradadores (DE VASCONCELOS et al., 2009).

A necessidade de se consolidar indicadores de desenvolvimento sustentável está expressa na Agenda 21, nos capítulos 8 e 40, que tratam sobre a integração entre meio ambiente e desenvolvimento, e também as informações importantes para a tomada de decisões governamentais. A eficiência e a sustentabilidade do desenvolvimento estão ligadas à tomada de decisões dos órgãos governamentais, nas quais são orientadas pela interpretação de conjunto de dados, que devem informar quais são os setores ligados à dimensão socioambiental que necessitam de maior atenção. As informações dos setores ambiental, social e econômico devem

chegar ao conhecimento desses órgãos de forma integrada e sinérgica, em forma de índices e indicadores (BRASIL, 1995).

Para melhorar o processo de tomada de decisão relativos ao meio ambiente e o desenvolvimento, a Agenda 21 sugere que se obtenha informações integradas entre os fatores sociais, econômicos e ambientais; estruture-se as políticas públicas para resolução de problemas a longo prazo; garantir a coerência entre planos, políticas e instrumentos na área ambiental; monitore e avalie de forma sistemática o desenvolvimento; comunique de forma transparente os planos e os resultados dos monitoramentos (BRASIL, 1995).

O item 8.49 da Agenda 21 sugere que:

[...] “Os Governos nacionais devem considerar a possibilidade de introduzir as melhorias necessárias nos procedimentos de coleta de dados para o estabelecimento de Sistemas Nacionais de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada, com vistas a contribuir pragmaticamente para um manejo econômico saudável. Devem ser envidados esforços significativos para aumentar a capacidade de coleta e análise de dados e informações relativos ao meio ambiente, e de integração desses dados e informações aos dados econômicos, inclusive dados desagregados sobre gênero. Também devem ser envidados esforços para desenvolver contas sobre o meio ambiente físico.” (BRASIL, 1995, p. 108).

Van Bellen (2004) realizou um levantamento sobre os principais sistemas de avaliação de sustentabilidade, a partir de um questionário enviado à uma amostra de 80 especialistas (pesquisadores e profissionais) de diferentes organizações e áreas de conhecimento, ligados a organizações dos setores público (27), não-governamentais (27), educacionais (22), e privadas (4), e que possuíam conhecimento ou relação com iniciativas ligadas à sustentabilidade. Questionando-os sobre as cinco ferramentas que consideravam mais importantes e relevantes em termos de avaliação de sustentabilidade.

Para definir quais as principais metodologias referentes à avaliação de sustentabilidade para a análise dos especialistas, o autor realizou uma revisão bibliográfica sobre indicadores de sustentabilidade. Então, para os critérios de seleção (número de ocorrências e citações da ferramenta e a existência de referencial teórico e empírico suficiente e adequado sobre o método), foram selecionados 18 métodos (quadro 1).

Quadro 1 - Principais metodologias/índices de desenvolvimento sustentável analisados por Van Bellen (2004).

ÍNDICE/METODOLOGIA	FONTE
BS (Barometer of Sustainability)	IUCN – Prescottt-Allen
DS (Dashboard of Sustainability)	International Institut for Sustainable Development - Canadá
DSR (Driving-Force/State/Response)	UN/CSD – United Nations Comission on Sustainable Development
EE – Eco Efficiency	WBCSD (World Business Council on Sustainable Development)
EFM (Ecologic Footprint Model)	Wackernagel and Rees
EIP (European Indices Project)	Eurostat
ESI (Environment Sustainability Index)	World Economic Forum
GPI (Genuine Progress Indicator)	Cobb
HDI (Human Development Index)	UNDP – United Nations Development Programme
IWGSD (Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators)	US President Council on Sustainable Development Indicator Set
MIPS (Material Input per Service)	Wuppertal Institut - Alemanha
NRTEE (Nationnal Round Table on the Environment and Economy)	Human/Ecosystem Approach- Canadá
PPI (Policy Performance Indicator)	Holanda
PSR (Pressure/State/Response)	OECD – Organization for Economic Cooperation and Development
SEEA (System of Integrating Environment and Economy)	United Nations Statistical Division
SOB (System Basic Orientors)	Bossel – Kassel University
SPI (Sustainable Process Index)	Institute of Chemical Engineering – Graz University
Wealth of Nations	World Bank

Fonte: Van Bellen (2004).

Aproximadamente 56% dos entrevistados (45) responderam o questionário. Os resultados foram relativamente heterogêneos quanto às metodologias de avaliação de sustentabilidade que consideram mais importantes, sendo que as três metodologias mais lembradas somaram 35,4% das escolhas, sendo elas: *Ecological Footprint Method* (EFM) ou Pegada Ecológica, *Dashboard of Sustainability* (DS) ou Painel da Sustentabilidade e *Barometer of Sustainability* (BS) ou Barômetro da Sustentabilidade.

Admitidas como as três principais metodologias de avaliação da sustentabilidade, elas serão analisadas a seguir quanto a sua aplicabilidade, benefícios e limitações.

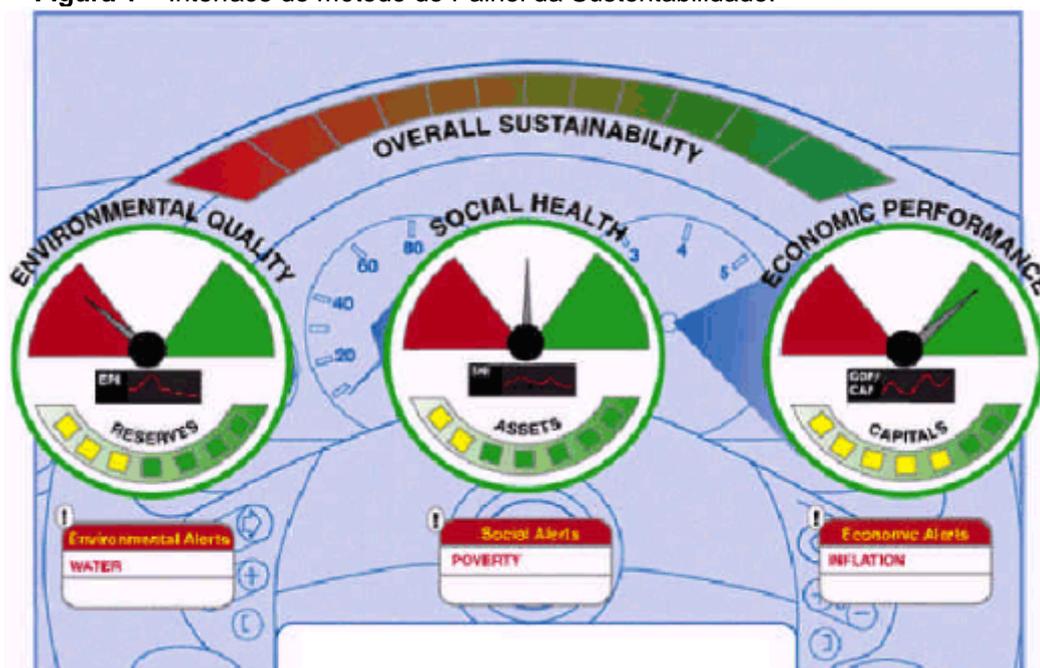
1.1 Dashboard of Sustainability

O painel de sustentabilidade (*Dashboard of Sustainability*) é uma ferramenta de indicadores de sustentabilidade, criada na segunda metade dos anos 1990, administrado atualmente pelo *Consultive Group on Sustainable Development Indicators* (CGSDI) e coordenado pelo *International Institute for Sustainable Development*, cujo propósito é auxiliar a sistematização das informações internacionais sobre a sustentabilidade de forma simples, acessível e realístico.

O Painel é um sistema baseado na internet, que compila dados sobre indicadores de sustentabilidade e então fornece informações sobre a direção do desenvolvimento sustentável e a sua performance.

O nome “Painel da Sustentabilidade” é uma metáfora ao painel de um veículo, que indica, para determinados dados inseridos no sistema, a performance de sustentabilidade nas diferentes dimensões consideradas, como a qualidade ambiental, saúde pública e performance econômica (Figura 1).

Figura 1 – Interface do método do Painel da Sustentabilidade.



Fonte: Van Bellen, 2004.

Hardi (2000), no artigo “*The dashboard of sustainability*” descreve e ilustra os procedimentos metodológicos, destacando seu caráter norteador para elaboração de estratégias, tomada de decisões e cumprimento de metas na área da sustentabilidade. A simplicidade do método se encontra na visualização gráfica da performance de cada setor, que aponta ao pesquisador aquele que está problemático pelos critérios e compilação do sistema. Além disso, a partir dos resultados é calculado o índice de sustentabilidade global (*sustainable development index* – SDI).

Ainda, segundo Hardi (2000), a sustentabilidade, para ser mensurada, pode ser dividida em agrupamentos que incluem, além da economia, a ecologia e a qualidade de vida. Os desenvolvedores do índice defendem que as dimensões devem abranger as questões ambientais e seus compartimentos de água, solo e ar; a economia com seus dados sobre investimento, emprego e distribuição de renda; e a sociedade com informações sobre criminalidade, saúde, educação e cooperação.

O índice possui uma abordagem tanto do tipo *bottom-up*, na qual envolve-se a opinião pública, quanto *top-down*, na qual leva-se em consideração a visão de especialistas, sobre os diferentes grupos de dados, a fim de dar credibilidade aos resultados. Então, indica-se por meio de uma escala de cores, entre verde e vermelho respectivamente, os melhores e piores resultados para cada indicador do local analisado. Além disso, permite-se verificar a relação entre diferentes indicadores, para verificar efeitos de sinergia e de conflito entre os mesmos.

Pode-se verificar a evolução do resultado em relação ao tempo por meio de um gráfico que se modifica de acordo com a inserção de novos dados. Caso um indicador passe de um ponto limite, é acionado um alerta pelo *software*.

O *software* para inserção de dados e cálculo do painel de sustentabilidade é gratuito e disponível pelo endereço eletrônico: <http://esl.jcr.it/envind/dashbrds.htm>

Os indicadores e suas respectivas dimensões, utilizados pelo DS, estão dispostos no quadro 2.

Quadro 2 – Dimensões e indicadores utilizados na metodologia do Painel da Sustentabilidade.

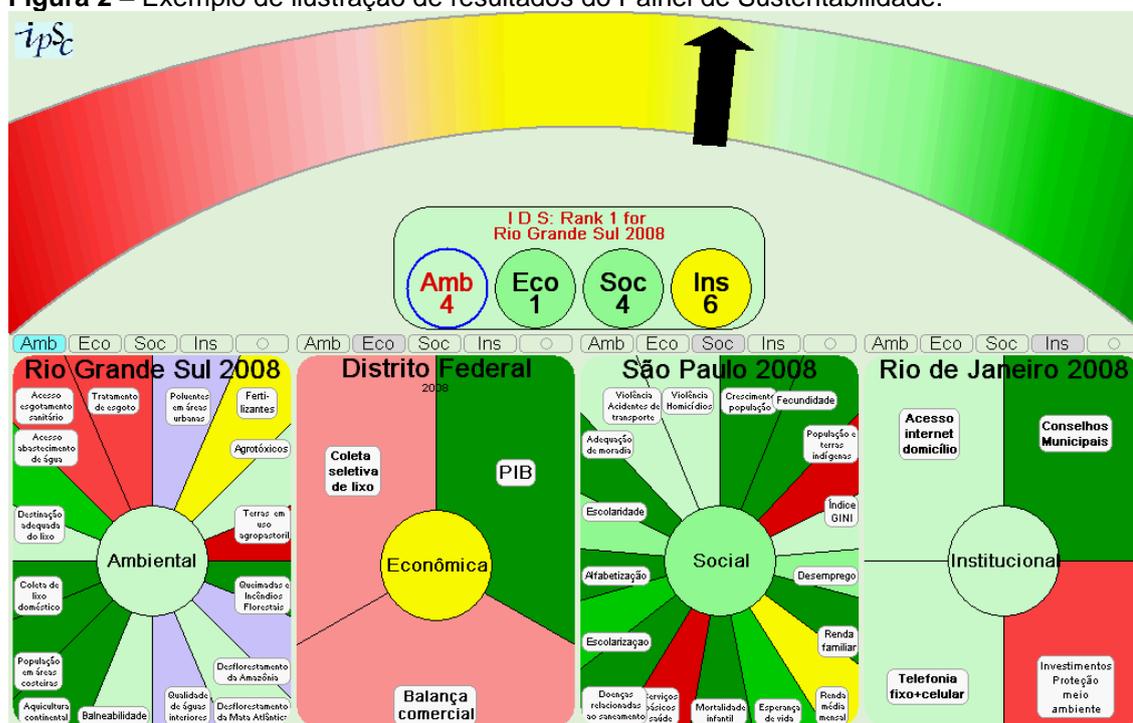
Dimensão	Indicador
Ecológica	Mudança Climática
	Depleção da camada de ozônio
	Qualidade do ar
	Agricultura
	Florestas
	Desertificação
	Urbanização
	Zona Costeira
	Pesca
	Quantidade de água
	Qualidade da água
	Ecosistema
	Espécies
	Social
Igualdade de gênero	
Padrão nutricional	
Saúde	
Mortalidade	
Condições sanitárias	
Água potável	
Nível educacional	
Alfabetização	
Moradia	
Violência	
População	
Econômica	
	Comércio
	Estado financeiro
	Consumo de materiais
	Consumo de energia
	Geração e gestão de lixo
	Transporte
Institucional	Implementação estratégica do desenvolvimento sustentável
	Cooperação internacional
	Acesso à informação
	Infraestrutura de comunicação
	Ciência e tecnologia
	Desastres naturais – preparo e resposta
	Monitoramento do desenvolvimento sustentável

Fonte: Van Bellen, 2004.

O *software* apresenta uma ilustração gráfica de dados estatísticos e índices sintéticos. O cálculo é realizado por interpolação linear e normalização dos indicadores, dividindo-se, a diferença do valor do indicador com o extremo inferior dentro do conjunto de indicadores, com a diferença entre o extremo superior do conjunto de indicadores com o valor do indicador, multiplicando-se essa divisão por 1.000. Quanto maior, melhor a performance do local analisado para a determinada dimensão. Então obtêm-se a média aritmética dos resultados para cada dimensão (FONSECA & DRUMMOND, 2014).

Os resultados são demonstrados em gráfico tipo 'pizza' para os indicadores selecionados, sendo que o ângulo de cada 'fatia da pizza' seria a importância do indicador; as cores a performance, o círculo central de cada mostrador é o índice da dimensão, que é mensurado por meio dos indicadores e identificado com uma das nove cores; a seta maior na escala de cores, que está acima dos quatro mostradores demonstra o índice geral de desenvolvimento sustentável, como mostra a figura 2 (KRAMA, 2008).

Figura 2 – Exemplo de ilustração de resultados do Painel de Sustentabilidade.



Fonte: KRAMA, 2008.

O desempenho do sistema é apresentado por meio de uma escala de cores que varia do vermelho-escuro (estado crítico), passando pelo amarelo (médio), até o verde-escuro (excelente) como mostra a figura 3 (KRAMA, 2008).

Figura 3 – Representação cromática do grau de sustentabilidade apontado pelo método do Painel da Sustentabilidade.

Escala de Cores	Grau de Sustentabilidade	Intervalo de pontos
	Excelente	889 - 1000
	Muito bom	778 - 888
	Bom	667 - 777
	Razoável	556 - 666
	Médio	445 - 555
	Ruim	334 - 444
	Muito ruim	223 - 333
	Atenção severa	111 - 222
	Estado crítico	0 - 110
	Sem dados	

Fonte: KRAMA, 2008.

Observa-se que o método considera para o desenvolvimento sustentável todas as dimensões com igual importância, sendo que para cada dimensão existem um número de indicadores diferente. Essa constatação implica que, para qualquer local que esteja sobre análise do DS, os indicadores dentro de uma mesma dimensão sempre terão a mesma importância. Além disso, quanto mais indicadores houver em uma dimensão, mais diluída a importância destes. Para a dimensão ecológica cada indicador possui 7,7% de importância, para a dimensão social 8,33% e para a dimensão econômica e institucional 14,3%.

Outro fato a se considerar é que o número de 39 indicadores torna o método de difícil aplicação em determinadas escalas espaciais, como local e municipal, pois muitas das informações necessárias dependem da logística, recursos financeiros, humanos e materiais e de infraestrutura, que muitos municípios não têm.

Apesar disso, o método aparenta ser relativamente simples e com uma boa clareza dos resultados. Uma alternativa para reduzir essa problemática da importância e acesso aos dados dos indicadores é seu caráter flexível, que possibilita o descarte de alguns indicadores em virtude da disponibilidade de informações.

1.2 Ecologic Footprint Model

O método de medição e comunicação sobre o desenvolvimento sustentável, denominado 'Pegada Ecológica' (*ecological footprint method*), é relativamente popular entre a comunidade científica e especialistas da área ambiental. Em 1996, a obra “*Our ecological footprint*”, de Wackernagel e Rees, destacou pela primeira vez o índice como uma ferramenta útil para gestão ambiental (VAN BELLEN, 2006; VEIGA 2010).

Esse índice surgiu com uma proposta de ser uma ferramenta simples, cujos resultados não necessitam de conhecimentos específicos ou complexos em relação à sustentabilidade. A intenção do método é auxiliar a gestão pública na tomada de decisões para a área ambiental por meio de uma abordagem que relaciona as atividades humanas e o ecossistema onde vivem. Além disso, a sua intenção é poder realizar comparações entre escalas diferentes, como entre regiões e países, demonstrando se os impactos ambientais são sustentáveis em longo prazo (CIDIN & SANTOS, 2004)

Em resumo, o método quantifica e “traduz” os fluxos de matéria e energia, de um sistema econômico, em unidades de área (de terra ou água) que seria capaz de sustentar esse sistema. Especificamente, a pegada ecológica calcula a área de terra e água, produtivas, que seriam necessários para garantir a capacidade de suporte do meio em relação à produção de matéria prima e resíduos de um determinado local (REES & WACKERNAGEL, 1996).

A pegada ecológica busca destacar a importância de analisar a capacidade de suporte (ou de carga) de um determinado local ou determinada população. Com seus resultados, seria possível estabelecer metas para a gestão pública ambiental nas ações de conservação e preservação, pois a análise permitiria uma noção quantificável de área necessária para cumprir essas mesmas metas.

Existem diversas formas para realizar o cálculo da pegada ecológica, mas todos eles se iniciam pela sistematização dos usos da terra e as atividades antrópicas básicas (quadro 3). A relação entre estes pode ser considerada “Alto” e “Baixo”, que indicam o nível relativo de uso de cada atividade, ou seja, o quanto se explora de cada uso da terra para produzir ou exercer determinada atividade.

Quadro 3 – Relação entre usos da terra e atividades antrópicas utilizada para cálculo da pegada ecológica.

Uso da terra	Atividade				
	Produção de Alimentos	Moradia e outras estruturas	Transporte	Bens e Serviços	Resíduos
Agrícola	Alto	-	-	Baixo	-
Pastagem	Alto	-	-	Alto	-
Floresta	-	Baixo	-	Alto	-
Construído/Degradado	-	Alto	Alto	Baixo	Baixo
Energia	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Baixo
Água	Alto	-	Baixo	-	Baixo

Fonte: Adler & Tanner, 2013.

Cidin & Silva (2004) definem os usos da terra da seguinte forma:

- A agricultura diz respeito sobre as terras utilizadas, de forma temporária ou permanente, para o cultivo de alimentos. Entre os passivos ambientais das atividades desenvolvidas nesta estão a salinização, erosão, contaminação de cursos d'água por produtos químicos;
- A pastagem diz respeito as terras destinadas à criação de gado de leite e de corte para produção de derivados de leite, de carne e a lã. São áreas menos produtivas em comparação às agrícolas, porém mais significativas em termos de desmatamento de áreas naturais;
- As áreas florestais são consideradas como florestas naturais ou plantadas, utilizadas para produção de fibras, madeira e combustíveis, e são importantes para estabilidade climática, dos solos e dos cursos d'água, além de proteção da biodiversidade;
- A água ou área de produtividade de mar tem haver com a atividade pesqueira. Os oceanos representam grande parte do planeta, mas apenas 8% deste são regiões de encostas, onde ocorre a maioria da produção aquícola. A superfície da água é responsável por garantir grande parte da fotossíntese do planeta;

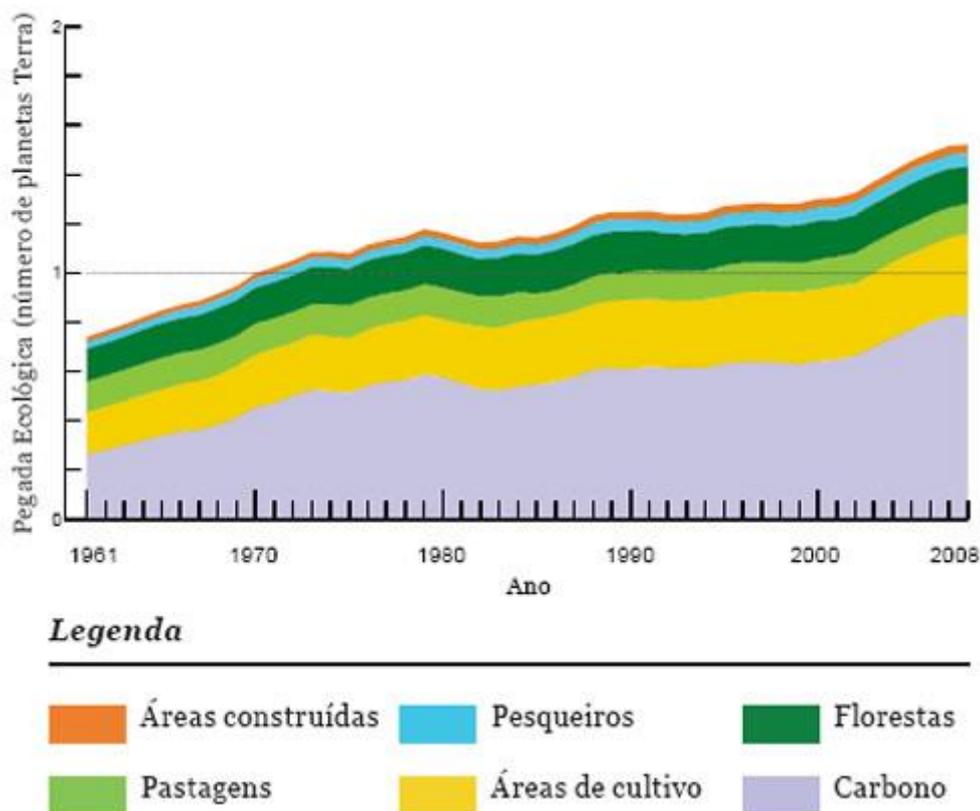
- A energia representa “áreas teóricas”, que representam uma área, produtiva, necessária para absorção de emissões de carbono para a atmosfera, a fim de reduzir a intensificação do efeito estufa. O planeta Terra possui uma capacidade limitada de realizar a transformação do CO₂ em biomassa animal e vegetal;
- Os espaços construídos representam as áreas com infraestrutura urbana, como habitação, pavimentação, indústrias e produção energética, que representam no século XXI, 30 milhões de hectares de terra;

Basicamente o *footprint* total é calculado pela multiplicação do *footprint per capita* (soma das áreas obtidas para cada produto) pela população, e esse resultado representa o quanto de capacidade de suporte foi ultrapassado em unidade de área. Essa por sua vez, é a extensão de terra e/ou água que seria necessária para manter a produção dos recursos naturais consumidos e a assimilação de seus resíduos.

Primeiro é calculado a divisão da média de consumo por ano pela população da região em análise. Esse consumo diz respeito às atividades demonstradas no quadro 3. E esses dados podem ser obtidos por meio de informações disponíveis em órgãos governamentais, não governamentais e de pesquisa. Então divide-se esse consumo (*Kg per capita*) pela produtividade média anual (*kg/ha*) para estimar a área *per capita* necessária para realizar cada uma das atividades. Por fim, soma-se as áreas de cada atividade para determinar a pegada ecológica *per capita*. A área total seria a área média individual multiplicada pela população total.

Registra-se que, desde meados de 1970, a demanda da população mundial por recursos naturais é 50% em média maior que a oferta do planeta Terra. Hoje é calculado que para cada ano seriam necessários 1,5 anos para renovar os recursos (WWF, 2017). A figura 4 mostra um gráfico que, segundo a *Global Footprint Network* (2011) representa a pegada ecológica para cada uso da terra de todo planeta, entre 1961 e 2008.

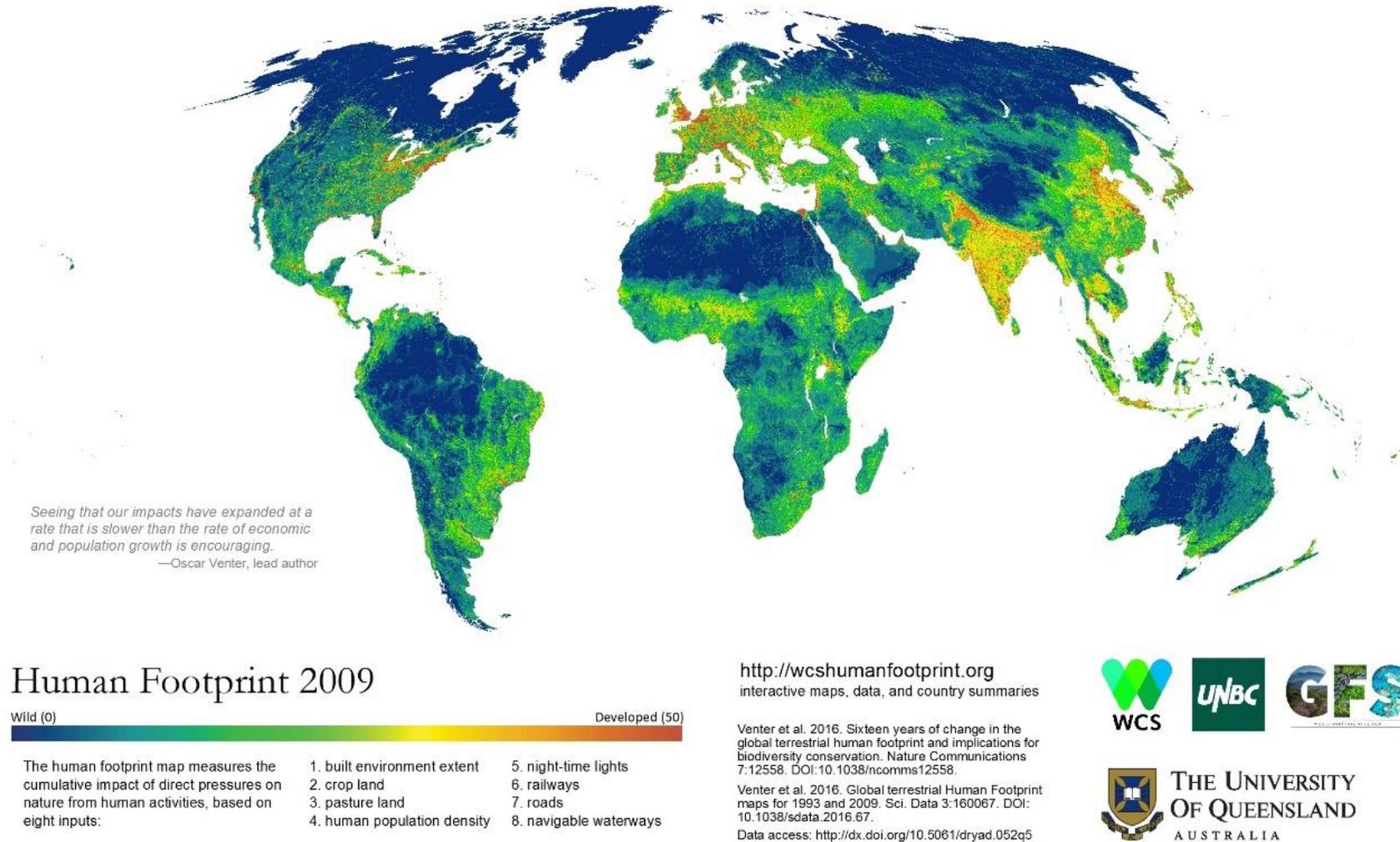
Figura 4 - Pegada ecológica por uso da terra de todo planeta, entre 1961 e 2008.



Fonte: *Global Footprint Network* (2011).

A pegada ecológica é um índice muito utilizado principalmente pela sua representação ilustrativa clara. É possível a elaboração de mapas temáticos juntando o valor da pegada ecológica de diferentes regiões, como por exemplo, a figura 5, da Universidade de Queensland – Austrália, que mostra a pegada ecológica mundial do ano de 2009.

Figura 5 – Exemplo de mapa temático da pegada ecológica mundial, feita para o ano de 2009.



Fonte: Venter et al., 2016.

A ideia de uma área de terra ou água, suficiente para garantir a capacidade de suporte do meio, não poderia ser calculada de forma generalizada, como um índice abrangente, pois diferentes biomas ou até mesmo entre suas fitofisionomias existem diferenças físicas e ecológicas, de vulnerabilidade e resiliência, que interferem na produtividade e sensibilidade da área em relação à interferência humana.

Van Bellen (2006) destaca sobre a limitação desse método, apontando o fato de que as sociedades conseguem melhorar o aproveitamento de um mesmo espaço pela utilização de tecnologia, eliminação de competição e importação de recursos.

Considerando a quantidade de informação necessária para o cálculo da pegada ecológica, que envolve o consumo e produção de matéria prima e resíduos, na prática, muitos desses dados seriam difíceis de serem obtidos ou acessados, principalmente em nível municipal. No Brasil, há pouca informação em nível municipal por falta de iniciativa do poder público, e isso pode estar relacionado ao interesse na obtenção desses dados e a limitação financeira para a realização das mesmas. Além disso, uma análise nessa escala necessitaria de dados ainda mais específicos em relação a um estudo em nível nacional por exemplo, devido às diferenças entre microrregiões que interferem nos seus padrões de consumo.

Adler & Tanner (2013) discorrem algumas críticas em relação as limitações do método quando este é utilizado para zonas urbanas, onde geralmente o tamanho das pegadas ecológicas podem ser até maiores que suas fronteiras físicas. Apesar disso, o fluxo de matéria e energia é mais eficiente do que nas zonas não urbanas, devido ao povoamento mais denso, serviços e infraestrutura, o que diminui o tamanho da pegada por pessoa.

Os autores ainda questionam sobre a dificuldade de traduzir a dinâmica do metabolismo urbano em áreas a serem preservadas, afinal, seus efeitos sinérgicos ainda não são completamente compreendidos. Os valores da pegada ecológica relacionados à biodiversidade também seriam um grande problema, pois a quantidade de terra suficiente para garantir sua preservação ainda é uma questão controversa e pouco estudada. Além disso, o método não leva em consideração que alguns usos da terra, que são medidos a sua pegada ecológica, podem ainda ser considerados locais que sustentam biodiversidade, absorvem carbono e reciclam resíduos (ADLER & TANNER, 2013)

A pegada ecológica ainda possui uma limitação crucial, que é aquela que não a faz traduzir seus resultados em situações reais. Adler & Tanner (2013) relatam que,

desde a década de 1980, os resultados mostram uma pegada ecológica mundial maior do que a própria extensão do planeta, porém não houveram relatos de colapso no uso dos recursos naturais em nenhum grande ecossistema da Terra até os dias de hoje. Entretanto, mudanças climáticas e a extinção acelerada das espécies podem ser interpretadas como consequências da extrapolação humana sobre a capacidade de carga do planeta. Além disso, Van Bellen (2006) denomina o método como simplista, pois este não leva em conta a variedade de sistemas que suportam a vida, e considera para o seu cálculo que a utilização e recursos naturais é sempre realizada por alta tecnologia e produção elevada, não refletindo assim a realidade.

1.3 Barometer of Sustainability

O índice de sustentabilidade denominado 'Barômetro da Sustentabilidade' (*barometer of sustainability*) foi criado por pesquisadores da *International Development Research Centre* (IDRC) e o *International Conservation Union* (IUCN) e desenvolvido pelo pesquisador Prescott-Allen (1999) a fim de atender principalmente órgãos ambientais e institutos para tomadas de decisões relativas ao desenvolvimento em qualquer nível regional ou institucional (VAN BELLEN, 2006; KRONEMBERGER et al., 2008).

Essa metodologia tem por característica principal não possuir uma limitação na quantidade de indicadores a serem utilizados. Eles variam de acordo com as características da região analisada (que interferem no seu desenvolvimento), e também em relação ao seu nível na escala espacial (local, regional ou global). Por isso é uma metodologia bastante usada para regiões menores, como cidades, micro e mesorregiões, podendo ser comparados tanto entre estes ou em uma escala temporal (KRONEMBERGER et al., 2008).

Um índice com essas características permite que sejam inseridas uma grande quantidade de dados, cujas informações sejam relevantes para a relação entre sociedade e meio ambiente (VAN BELLEN, 2006). Para evitar que eles sejam analisados de forma isolada, Prescott-Allen (1997) desenvolveu uma metodologia para que os dados sejam representados por uma unidade monetária. Essa é uma unidade bastante comum em áreas comerciais e econômicas, porém a quantificação e precificação de elementos referentes à sustentabilidade é um desafio ainda pouco

desenvolvido. Para resolver essa situação, o autor propõe que seja elaborada uma “escala de performance” para relacionar o quão significativo é um indicador em relação ao índice para um determinado local.

Apesar da ideia de que, quanto mais informação, mais completa seria o resultado de um índice, Prescott-Allen *apud* Van Bellen (2006) afirma que isso dificultaria a compreensão geral do valor obtido, pois mais detalhes deveriam, nesse caso, ser interpretados. Nessa justificativa, o barômetro da sustentabilidade busca uma quantidade mínima de indicadores suficiente para um resultado sólido e satisfatório em relação ao local em análise. Então, a escolha dos indicadores é realizada por análise hierárquica descrita pelo sistema PRAM (*participatory and reflective analytical mapping*) da IUCN e os resultados por meio de representação gráfica.

Van Bellen (2006) faz um resumo dessa seleção de indicadores pelas seguintes etapas:

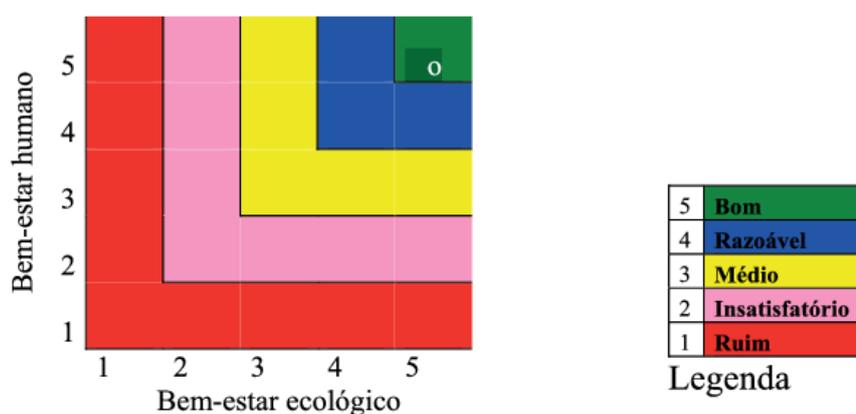
- Definição de sistemas e metas, onde basicamente define-se o público e a área sob análise;
- Identificação da problemática e definição de objetivos, para que a pesquisa foque nas características da sociedade que influencia no seu desenvolvimento social e ambiental, tornando as metas mais específicas;
- Escolha dos indicadores e critérios de performance, ou seja, os dados quantitativos a serem obtidos e seus valores possíveis e desejáveis;
- Medição e sistematização dos indicadores para que sejam atribuídos pontos dentro de sua escala de performance;
- Combinação dos indicadores para que sejam igualados dentro de uma mesma escala.
- Demonstração de resultados por meio de representação gráfica e sugestão de ações dentro dos pontos críticos apontados pela mesma.

Se um determinado aspecto é representado por mais de um indicador eles devem seguir alguns procedimentos. Se os indicadores forem julgados com igual importância, calcula-se a média aritmética destes, senão deve ser realizada a média ponderada ou a exclusão do menos influente.

O barômetro da sustentabilidade basicamente informa sobre a performance de um local em relação ao seu desenvolvimento, sob os compartimentos físico, biótico e socioeconômico. O critério principal para escolha dos indicadores é a possibilidade de representação do mesmo em forma quantitativa. A escolha desses é feita por especialistas e o peso de cada indicador é definido pela percepção da população em relação à sua importância e o qual seria seu valor ideal (BOSSEL, 1999). Então os resultados são normalizados dentro de uma escala única, combinando assim as performances sociais e ambientais de forma equitativa.

Para o cálculo do índice, Prescott-Allen (1999) afirma que a relação entre as dimensões social e biofísica deve ser entendida como fator principal para o escore geral. A escala desse escore é dividida em cinco resultados: bom, razoável, médio, insatisfatório e ruim. O valor para cada um desses é flexível e é ajustada pelo julgamento do pesquisador, de preferência por meio de cálculos simples e de fácil compreensão. Os resultados são normalizados para uma escalada de 0 a 100, sendo que os intervalos devem ser iguais. Os resultados são plotados em um gráfico (figura 6).

Figura 6 – Representação gráfica dos resultados do Barômetro da Sustentabilidade.



Fonte: DE OLIVEIRA CABRAL & LOURENÇO, 2016.

De forma geral, o barômetro de sustentabilidade é dividido por dois índices: bem-estar humano (ou social) e bem-estar ecológico, que englobam indicadores de saúde, educação, desemprego, pobreza, rendimentos, crime, negócios, terra, ar, biodiversidade e utilização de recursos (VAN BELLEN, 2006).

Servi & Carvalho (2007) fizeram um panorama da utilização do Barômetro da Sustentabilidade no Brasil e identificaram algumas falhas na aplicação dos mesmos

em alguns municípios. Alguns estudos careciam de uma descrição melhor dos indicadores utilizados para o cálculo, outros da escolha limitada dos mesmos, causando subestimação do cálculo final. Essas problemáticas sugerem que, a escolha de um número de indicadores suficientes para representar o objetivo de um índice deve evitar tanto a subestimação quanto a alta complexidade de relacionar vários indicadores de dimensões diferentes.

1.4 Considerações finais

Um bom retrato do grau de sustentabilidade de um determinado local depende da integração de um número adequado de indicadores coerentes com a sua escala espacial e representativos de diferentes áreas de conhecimento (BRAGA *et al*, 2009).

Boa parte dos índices e indicadores disponíveis e utilizados para medir a sustentabilidade falham em representar as idiossincrasias locais, tratando com pesos similares, aspectos que para uma região são significativos para a sua sustentabilidade enquanto em outra pode não ter relevância. Enquanto a potencialidade de um município pode estar fundamentada na extração mineral, outro vizinho pode se basear no turismo e atividades do terceiro setor. Assim, um índice formulado com base nos mesmos critérios de agregação dos dados, pode refletir diferenças locais, mas não funciona para medir o desempenho local em relação à sustentabilidade.

Por outro lado, a escala de análise macrorregional, no nível estadual ou superior, também não reflete as diferentes escalas de impactos locais. Os municípios de pequeno porte ficam preteridos do alcance de boa parte dos índices existentes.

Considera-se que o porte de um município é definido de acordo com seu tamanho demográfico, funções urbanas, dinâmica intraurbana, intensidade das relações interurbanas e com o campo, indicadores de qualidade de vida, infraestrutura, distanciamento de áreas metropolitanas, situação geográfica favorável, capacidade de retenção da população migrante e estrutura para ofertar bens e serviços (SILVA, 2013). Porém, ainda existe uma escassez de informação que auxilie na elaboração de uma lista que sistematize e classifique as cidades de acordo com essas características.

A tabela 1 mostra a distribuição da população brasileira relativa ao porte do município, mostrando que, para o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, grande parte dos municípios são de pequeno porte.

Tabela 1 – Número de municípios brasileiros por faixa de tamanho populacional.

Classe de tamanho da população dos municípios (habitantes)	Número de Municípios	Porcentagem em relação ao total de municípios
Até 99.999	5.282	94,9%
De 100.000 até 499.999	245	4,4%
Mais de 500.000	38	0,6%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010 (Adaptado pelo autor).

Considerando que quase 95% dos municípios são de pequeno porte, faz-se necessário um esforço que direcione as ferramentas de análise para esse tipo de recorte geopolítico, e que permita uma aplicabilidade local e que realmente sirva aos interesses do poder público local para o planejamento e gestão ambiental. Apesar disso, os índices de sustentabilidade são frequentemente aplicados nos municípios de grande porte.

Por meio de uma análise dos 100 primeiros resultados encontrados nos periódicos do Google Acadêmico (por ordem de relevância), foram separados 40 artigos sobre a utilização dos principais métodos de avaliação de sustentabilidade (painel da sustentabilidade, barômetro da sustentabilidade e pegada ecológica) nas cidades brasileiras (tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade dos artigos mais relevantes do Google Acadêmico sobre índices de sustentabilidade aplicados aos municípios brasileiros.

Faixa de população dos municípios analisados	Porcentagem em relação do total de artigos	Um artigo por número de municípios
Até 99.999	32,5%	A cada 406 municípios
De 100.000 até 499.999	37,5%	A cada 16 municípios
Mais de 500.000	30,0%	A cada 3 municípios

Fonte: Elaborada pelo autor.

É possível verificar que apenas um a cada 406 municípios de pequeno foram contemplados com a aplicação de índices de sustentabilidade, enquanto nos municípios de grande porte, um a cada 3 é contemplado com essa ferramenta. A distribuição dos trabalhos de aplicação de índices é quase equitativa entre as três categorias de porte dos municípios.

Nos quadros 4, 5 e 6 são demonstrados os municípios (e suas populações) que foram analisados pelos principais indicadores de sustentabilidade e que estão entre os resultados mais relevantes encontrados na plataforma de pesquisa Google Acadêmico.

Quadro 4 – Municípios brasileiros analisados pelo método do Barômetro da Sustentabilidade, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.

Método	Município	População	%
Barômetro da Sustentabilidade	João Pessoa/PB	801.718	15%
	Ribeirão Preto/SP	674.405	
	Vitória da Conquista/BA	346.069	54%
	Taubaté/SP	305.174	
	Rondonópolis/MT	218.899	
	Teresópolis/RJ	174.587	
	Altamira/PA	109.938	
	Tucuruí/PA	108.885	
	Tubarão/SC	103.674	31%
	Moju/PA	74.768	
	Ouro Preto/MG	73.349	
	Caicó/RN	66.246	
	Pitimbu/RN	18.148	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que grande parte dos municípios analisados pela metodologia do Barômetro possui mais que 100 mil habitantes (69%), sendo a maioria da região norte e sudeste do Brasil.

Quadro 5 – Municípios brasileiros analisados pelo método do Painel da Sustentabilidade, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.

Método	Município	População	%
Painel da Sustentabilidade	Goiânia/GO	1.448.639	30%
	Belém/PA	1.446.042	
	João Pessoa/PB	801.718	
	Rio Branco/AC	377.057	30%
	Rio Verde/GO	212.237	
	Lages/SC	158.620	
	Canindé/CE	76.439	40%
	Ceres/GO	21.652	
	Cananéia/SP	12.598	
	Aruanã/GO	8.335	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que grande parte dos municípios, analisados pela metodologia do Painel, também possui mais que 100 mil habitantes (60%), sendo a maioria da região norte e centro-oeste do Brasil.

Quadro 6 – Municípios brasileiros analisados pelo método da Pegada Ecológica, pelos artigos acadêmicos mais relevantes do Google Acadêmico em 2017.

Método	Município	População	%
Pegada Ecológica	Rio de Janeiro/RJ	6.498.837	41%
	Curitiba/PR	1.893.997	
	São Luis/MA	1.082.935	
	Natal/RN	877.662	
	Campo Grande/MS	863.982	
	Joinville/SC	569.645	
	Londrina/SC	553.393	
	Florianópolis/SC	447.798	29%
	Campina Grande/PB	407.754	
	São Leopoldo/RS	229.678	
	Rio Claro/SP	201.473	
	Araguari/MG	116.871	
	Ibiúna/SP	75.241	29%
	Navegantes/SC	68.337	
	Caicó/RN	66.246	
	Aquidauana/MS	46.830	
	Coremas/PB	15.391	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que grande parte dos municípios, analisados pela metodologia da Pegada Ecológica, também possui mais que 100 mil habitantes (70%), sendo a maioria da região sul Brasil.

No Brasil, a grande maioria dos municípios possui menos de 100.000 habitantes, porém, o quadro 2 demonstra, pela sua amostragem, que a concentração maior dos estudos é diretamente proporcional ao tamanho populacional, possivelmente devido à maior facilidade na logística da pesquisa para obtenção de dados nesses locais. Esse fato reforça a necessidade de um índice aplicável a qualquer município, por meio de indicadores cujos dados primários estejam disponíveis também para os municípios de pequeno porte.

Além disso, a criação de um índice deve buscar preencher as falhas reconhecidas em outras metodologias mais aplicadas, como realizar uma boa descrição dos indicadores, normalizá-los dentro de valores compatíveis com a realidade, escolha de um número suficiente de indicadores para evitar tanto a subestimação quanto a alta complexidade e consequentemente a diluição das suas importâncias, e pôr fim a atribuição de pesos de acordo com as características socioeconômicas e ambientais do local em análise.

As metodologias apresentadas neste capítulo, devido ao escopo, tipologia e agregação de dados, são comumente aplicáveis a escalas espaciais maiores, como

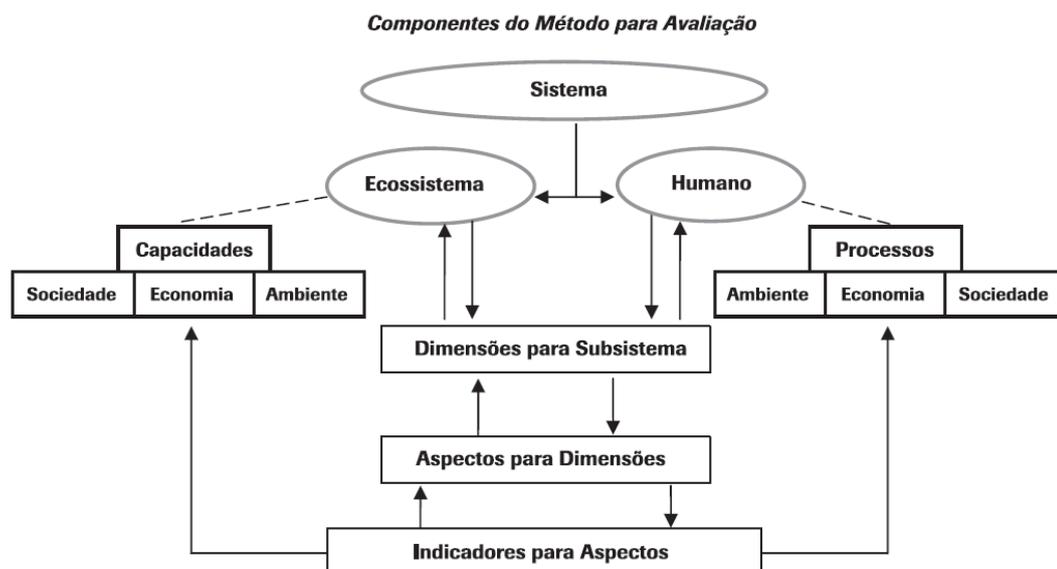
países ou estados. Quando aplicados à municípios, aqueles de maior porte conseguem subsidiar melhor os indicadores dos métodos, devido a quantidade de informações que estes possuem. No Brasil, é comum o porte do município ser diretamente proporcional ao número de informações sobre os processos e atividades dos setores econômico, institucional, social e ambiental, pois a complexidade da gestão depende da logística. Então, ao se considerar que municípios de menor porte, provavelmente possuem limitação de dados, esses métodos tornam-se inviáveis para analisar os mesmos, visto que haveria a necessidade de uma adaptação ou exclusão de alguns indicadores, o que pode interferir significativamente nos resultados de performance.

CAPÍTULO 2 – CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DO ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL (IPSM)

Como abordado no capítulo 1, existem vários índices que buscam medir, monitorar e comparar a performance de sustentabilidade em determinada escala espacial ou temporal. Devido às suas falhas, limitações ou dificuldades de aplicação e representação da realidade, uma análise baseada nestas é de grande valia para a construção de um novo índice que possa preencher essas lacunas. Com isso, esse estudo tem por objetivo propor um novo índice de sustentabilidade denominado Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal – IPSM, cuja intenção é apresentar uma proposta metodológica, cuja aplicação seja adequada para os municípios brasileiros, independentemente de seu porte, para uma comparação em escala temporal do seu desempenho.

O *System Assessment Method* (SAM) figura 7, desenvolvido pela IUCN, recomenda que um índice de sustentabilidade deve tratar como importante e de forma igual dois subsistemas: ecologia e pessoas. Além disso, essas duas dimensões também devem possuir o mesmo peso. Porém os indicadores de cada dimensão devem possuir pesos diferentes de acordo com o sistema avaliado, para que se leve em consideração as características do local analisado. Na ‘ecologia’ avalia-se basicamente a condição dos recursos e sua disponibilidade para exploração, no subsistema de ‘pessoas’ avalia-se como esses recursos são utilizados (SIENA, 2008).

Figura 7: Fluxograma representativo do *System Assessment Method*.



Fonte: SIENA, 2008.

Van Bellen (2006) afirma que tanto a utilização de várias dimensões pode prejudicar a validade dos resultados, devido à sua complexidade, quanto a utilização de apenas uma única, limita a relevância de um índice. O IBGE recomenda, por meio de seu documento de “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável” (IBGE, 2015), a utilização de 4 dimensões (ambiental, social, econômico e institucional), assim como na metodologia do “Painel da Sustentabilidade”.

De acordo com a figura 7, os ‘aspectos’ correspondem às situações ou condições ambientais que cada sistema (ou local em análise) se encontra em relação ao seu desenvolvimento social e econômico. Isso possibilita a ponderação dos grupos de indicadores de acordo com as características que interferem de forma diferenciada no desempenho socioeconômico e ambiental da região em estudo.

É interessante que, o entendimento sobre quais aspectos ambientais são advindos do desenvolvimento local, e que afetam seus compartimentos ambientais, seja obtido por meio de consulta à especialistas ou gestores.

A grande maioria das ferramentas de avaliação de sustentabilidade trabalham com dados quantitativos, incluindo aqueles principais (pegada ecológica, painel e o barômetro da sustentabilidade). Esse fato facilita o caráter de comparabilidade de um índice. Além disso, a utilização de dados numéricos permite a modelagem dos resultados em forma gráfica, facilitando a sua compreensão final.

Entretanto, a escassez de informação em bancos de dados, que na maioria das vezes é inversamente proporcional ao tamanho da esfera em análise (mais escasso

em locais menores e vice-versa), dificulta a aplicação de um índice e a agregação das informações. Por isso, a escolha dos indicadores é feita de acordo com aspectos comuns aos municípios e também a disponibilidade de informações, independentemente de seu porte.

2.1 Propriedades do Índice de Performance Da Sustentabilidade Municipal

2.1.1 Escopo

O índice de performance da sustentabilidade municipal realiza uma análise dos indicadores relativos a quatro dimensões, incluídas em índices temáticos. Sendo que, os indicadores possuem pesos diferentes para cada município. Esses pesos são atribuídos de acordo com os aspectos identificados por *stakeholders*¹, referentes às características do município que interfere em seu desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Essa identificação é realizada por meio de um questionário, denominado “Questionário de ponderação”, aplicado a gestores ou especialistas da área ambiental envolvidos no processo de tomada de decisão do município.

As dimensões dos indicadores são sistematizadas dentro de quatro índices temáticos, assim como Braga & Freitas (2009) propuseram para seu “Índice de Sustentabilidade Local”, aplicado para os municípios do entorno do Parque Estadual do Rio Doce (MG):

- Qualidade de vida humana;

Composto por indicadores que refletem a capacidade de um município em reduzir a desigualdade social, prover à população condições básicas de vida e prover à população um ambiente construído saudável e seguro.

- Qualidade do sistema ambiental local;

Composto por indicadores que refletem o grau de saúde do sistema ambiental, por meio de análises físico-químicas da água, ar e solo, estudos sobre o ecossistema,

¹ Podem ser analistas ambientais, especialistas ou técnicos que tenham conhecimento da realidade ambiental do município em análise.

populações de fauna e flora e os meios socioeconômicos que podem garantir ou incentivar o equilíbrio ecológico da área do município e suas áreas de influência.

- Pressão antrópica;

Composto por indicadores que medem o estado ou potencial de degradação ou grau de impacto das atividades humanas sobre o ecossistema e a própria sociedade.

- Capacidade política e institucional;

Composto por indicadores que mostram a resposta que as instituições políticas dão à solução de problemas socioeconômicos e ambientais, presentes e futuros. Isso inclui políticas e programas de incentivos financeiros e cumprimento de legislações para o desenvolvimento dos municípios.

E a dimensões incluídas nesses índices temáticos são as mesmas classificadas pelas metodologias de Painel da Sustentabilidade e Barômetro da Sustentabilidade, assim como nos indicadores de sustentabilidade do IBGE:

- Dimensão ambiental;

De acordo com o IBGE (2015), essa dimensão pode incluir indicadores, cujos dados representam: Fatores de pressão e impacto como análises sobre atmosfera, solo, água doce, mares, áreas costeiras, biodiversidade e saneamento; o estado da preservação e conservação do meio ambiente; e a situação das políticas ambientais. Além disso, esta dimensão colabora para o preenchimento de grandes lacunas do conhecimento da área ambiental como os usos da água, erosão do solo, processo de desertificação e o tráfico e comércio de animais silvestres.

- Dimensão social;

De acordo com o IBGE (2015), essa dimensão pode incluir indicadores cujos dados representam: o estado da saúde e qualidade de vida da população; a satisfação das necessidades humanas; o estado da melhoria da qualidade de vida; cumprimento da justiça social. Além disso, colabora para compreender melhor as desigualdades sociais por meio de conhecimento de dados demográficos, sobre trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança.

- Dimensão econômica;

De acordo com o IBGE (2015), essa dimensão pode incluir indicadores cujos dados representam: a eficiência dos processos produtivos e das alterações nas estruturas de consumo orientadas a uma reprodução econômica sustentável de longo prazo; O uso e esgotamento de recursos naturais como petróleo, gás natural e minérios; O estado da produção e gerenciamento de resíduos, por meio de estudo sobre o gerenciamento dos resíduos do processo produtivo; O uso de energia; A situação do desempenho macroeconômico e financeiro, como o Produto Interno Bruto (PIB), e o grau de endividamento da balança comercial e da taxa de investimento;

- Dimensão institucional;

De acordo com o IBGE (2015), essa dimensão pode incluir indicadores cujos dados representam: os rumos políticos em meio às ratificações de acordos, cumprimento de legislações ambientais; o grau de envolvimento de *stakeholders*; a capacidade e esforço das instituições governamentais e sociedade na implementação de mudanças para o desenvolvimento sustentável; a presença e atuação de conselhos de meio ambiente, comitês de bacias hidrográficas e fóruns de desenvolvimento local;

A coleta de dados deve ser feita em fontes confiáveis. Os bancos de dados utilizados devem ser possuir credibilidade na área científica e acessibilidade pública, para que a veracidade das informações possa ser verificada a qualquer momento. Para obtenção dos dados dos indicadores, os seguintes bancos de dados podem ser utilizados:

- Censo Educacional do Instituto Nacional de Pesquisa Educacional (INEP) é realizado anualmente, para obtenção de dados sobre a educação básica e superior do Brasil;
- DATASUS é o departamento de informática do SUS (Sistema Único de Saúde), que contém informações estatísticas sobre as áreas de gestão, social, financeira, hospitalar e epidemiológicos, cadastros nacionais e regulação;

- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA), que contém dados econômicos e financeiros, demográficos e geográficos para estados, municípios (e suas áreas mínimas comparáveis), regiões administrativas e bacias hidrográficas brasileiras, distribuição de renda, pobreza, educação, saúde, previdência social e segurança pública;
- Instituto Socioambiental (ISA), cujos projetos contém dados sobre terras indígenas, unidades de conservação, política e direito socioambiental;
- Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) e do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), ambos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que contém dados sobre recursos humanos, planejamento urbano, recursos para a gestão, terceirização e informatização, gestão ambiental e articulação interinstitucional;
- Portal da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) por meio dos dados do SISBIO, cuja base de dados do contém informações sobre a ocorrência e distribuição de espécies;
- Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Ciências para a Sustentabilidade (CCST) e o Programa Queimadas. Todos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), quem possuem dados estatísticos sobre queimadas, tempo, clima e mudanças climáticas, observações astronômicas, catálogo de imagens e informações de satélites, rastreamento e controle;
- Sistema de informação sobre a biodiversidade (SiBBR) do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que é uma plataforma on-line, com dados e publicações sobre biodiversidade, coleções biológicas, saúde, estudos e monitoramento de espécies e esforços de conservação;

- Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi) do Tesouro Nacional que é uma ferramenta destinada ao recebimento de informações contábeis, financeiras e de estatísticas fiscais;
- Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades, cuja base de dados contém informações e indicadores sobre a prestação de serviços de Água e Esgotos, de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

Os dados que não forem encontrados nessas fontes podem ainda ser obtidos em artigos e relatórios atualizados, cuja publicação esteja ligada a revistas científicas com bom fator de impacto, ou vinculadas à projetos de pesquisa de órgãos públicos, a fim de dar credibilidade aos dados.

2.1.2 Esfera

Os indicadores escolhidos são aqueles que podem representar informações em nível municipal, considerando as particularidades que influenciam no seu desenvolvimento e que afetam os seus sistemas (humano e ecossistema). O conjunto de indicadores deve abranger dados relativos às zonas rurais e urbanas do município.

2.1.3 Tipologia dos dados

Os dados utilizados para o cálculo do IPSM são quantitativos, agregados em índices temáticos, dimensão e indicadores. Sendo que, para esses últimos utilizou-se a recomendação documento “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2015” do IBGE, uma atualização periódica do trabalho de construção de indicadores baseado nas reuniões do CSD (*Commission on Sustainable Development*) e também nas disposições dos capítulos 8 e 40 da Agenda 21.

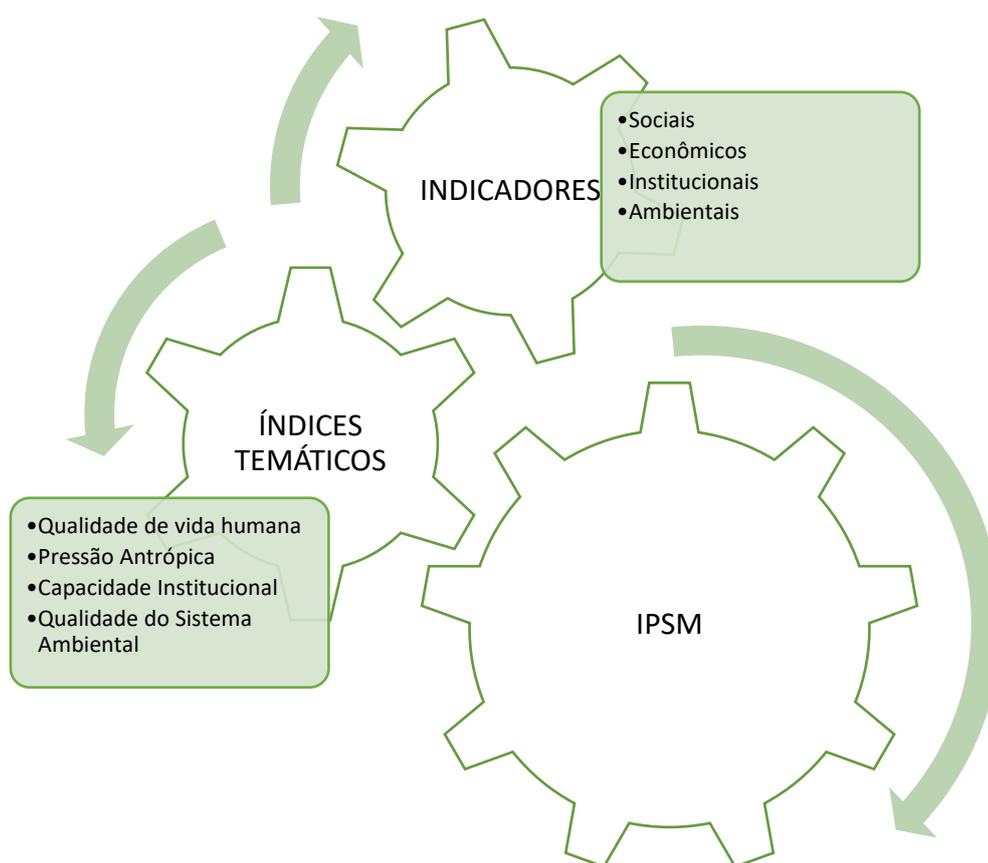
Os indicadores recomendados pelo IBGE possuem a característica de poder informar dados sobre aspectos de curto, médio e longo prazo, viabilizar o acesso integrado à informação e orientar sobre a necessidade de coleta de dados relevantes para o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2015).

O IBGE (2015), por meio desse documento reuniu e descreveu 63 indicadores que tem o potencial de:

- Identificar variações, comportamentos, processos e tendências;
- Estabelecer comparações entre países e entre regiões brasileiras;
- Indicar necessidades e prioridades para formular, monitorar e avaliar políticas públicas;
- Facilitar o entendimento do público e de especialistas em relação ao tema do desenvolvimento sustentável.

A agregação dos dados do IPSM segue na figura 8:

Figura 8 – Ilustração do modelo de agregação de dados do IPSM.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os indicadores para determinação do IPSM são baseados nos recomendados pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável - CDS (*Commission on Sustainable Development - CSD*), da Organização das Nações Unidas - ONU (*United Nations - UN*), no documento *Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies* (IBGE, 2015). Também foram utilizados dados e indicadores da base de dados da “Pesquisa de Informações Básicas Municipais” (MUNIC), cuja periodicidade é irregular, mas tende a ser anual (2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015). O quadro 4 organiza esses indicadores dentro de suas dimensões e índices temáticos.

Quadro 4 – Indicadores por dimensão e índices temáticos recomendados pelo IBGE.

ÍNDICES TEMÁTICOS	DIMENSÃO	INDICADORES
Qualidade de vida humana	Social	Índice de Gini da distribuição de rendimento
		Índice de Desenvolvimento Humano
		Rendimento domiciliar <i>per capita</i>
		Esperança de vida ao nascer
		Prevalência de desnutrição total
		Imunização contra doenças infecciosas infantis
		Taxa de incidência de AIDS
		Adequação de moradia
		Coeficiente de mortalidade por homicídios
		Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte
	Ambiental	Balneabilidade
		Acesso a abastecimento de água
		Acesso a esgotamento sanitário
	Econômico	Acesso a serviço de coleta de lixo
		Acesso à internet
	Institucional	Acesso aos serviços de telefonia
Patrimônio cultural		
Pressão antrópica	Social	Taxa de crescimento da população
	Ambiental	Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito estufa
		Consumo industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio
		Concentração de poluentes no ar em áreas urbanas
		Uso de Fertilizantes
		Uso de agrotóxicos
		Terras em uso agrossilvipastoril
		População residente em áreas costeiras
		Índice de tratamento de esgoto
Sistema de Informação Geográfica		

	Institucional	Legislação ambiental
		Articulação interinstitucional no setor ambiental
		Plano Diretor
	Econômica	Consumo de energia <i>per capita</i>
		Participação de fontes renováveis na oferta de energia
		Consumo mineral per capita
Reciclagem		
Capacidade Institucional	Social	Rejeitos radioativos
		Taxa de fecundidade total
		Razão de dependência
		Taxa de desocupação
		Rendimento médio mensal
		Mulheres em trabalhos formais
		Taxa de mortalidade infantil
		Oferta de serviços básicos de saúde
		Taxa de frequência escolar
		Taxa de alfabetização
	Taxa de escolaridade da população adulta	
	Ambiental	Áreas protegidas
		Tratamento de esgoto
	Institucional	Ratificação de acordos globais
		Conselhos municipais de meio ambiente
		Comitês de bacias hidrográficas
		Organizações da sociedade civil
		Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
		Fundo Municipal de Meio Ambiente
	Econômica	Articulações interinstitucionais dos municípios
		Produto Interno Bruto - PIB
		Taxa de Investimento
		Balança comercial
		Grau de endividamento
Intensidade energética		
Qualidade do sistema ambiental	Social	Vida útil das reservas de petróleo e gás
		Doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado
	Ambiental	Queimadas e incêndios florestais
		Desmatamento
		Qualidade de água interiores
		Espécies extintas e ameaçadas de extinção
		Espécies invasoras
	Institucional	Agenda 21 local
		Cadastro Ambiental Rural
		Licenciamento Ambiental
		Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico

Fonte: IBGE, 2015 (Adaptado pelo autor).

A seleção daqueles que capacitam o índice a ser aplicado até mesmo para municípios de menor porte é baseada na descrição que o IBGE faz dos mesmos e a periodicidade de obtenção de seus dados.

O índice de performance da sustentabilidade municipal é indicado para uma comparação temporal de um mesmo município, ou seja, deve ser medido periodicamente para a verificação do desempenho ao longo do tempo. Essa característica se deve pela opção de evitar a comparação entre municípios. Pois, seria incompatível comparar municípios com setores econômicos predominantes, diferentes. Ou seja, por exemplo, um município predominantemente minerador provavelmente teria um índice de performance de sustentabilidade sempre menor do que aquele que é predominantemente comercial, devido ao seu maior potencial poluidor. Esse exemplo estende-se para as diferenças sociais, históricas, geográficas e demográficas. Isso também pode diminuir a importância de possíveis projetos ou investimentos na área de sustentabilidade, pois mesmo com estes, um município ainda pode ser mal cotado.

A comparação temporal de um mesmo município tem como foco a tendência deste em relação a uma performance de sustentabilidade, auxiliando os gestores em identificar os setores principais que devem ser melhorados ou potencializados.

Os critérios escolhidos para seleção dos indicadores do IBGE foram:

- Relacionamento;
 - Esse critério tem por base a matriz de relacionamento dos indicadores, do documento “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável” (IBGE, 2015), selecionando os indicadores com maior número de “relacionamentos”, priorizando aqueles que tenham distribuição mais homogênea entre diferentes dimensões.
- Periodicidade de atualização;
 - Esse critério prioriza os indicadores que são atualizados com maior frequência e que sejam obtidos nos mesmos anos, para que o índice possa ser calculado também com maior frequência.
- Acessibilidade;
 - Esse critério prioriza os indicadores que são obtidos independente da capacidade institucional do município em relação à obtenção, sistematização e divulgação de dados.

- Generalidade;
 - Esse critério prioriza os indicadores que possam representar aspectos gerais relacionados à sustentabilidade, justificando o critério de acessibilidade, pois estes podem ser encontrados mais facilmente em municípios de diferentes portes. Além disso, foram escolhidos indicadores que podem se ligar a diferentes aspectos, que podem representar as peculiaridades de cada município em relação à sua performance socioambiental.

Considerando que o índice mede o desempenho de indicadores de sustentabilidade em relação ao tempo, para esse índice utiliza-se a escala de pontuação (ou de performance) parcialmente controlada, onde os valores inferiores e superiores são definidos de acordo com os valores dos dados primários. Então, os 'piores' e 'melhores' valores devem ser definidos e justificados utilizando-se como parâmetro normativas, legislação, análises estatísticas, artigos científicos ou consulta à especialistas.

Os indicadores recomendados para o IPSM seguem no quadro 5.

Quadro 5 – Indicadores por dimensão e índices temáticos do IPSM.

ÍNDICES TEMÁTICOS	INDICADORES	SIGLA	DIMENSÃO	PERIODICIDADE
Qualidade de vida humana	Índice de Desenvolvimento Humano	QH.IDH	Social	10 anos
	Famílias com abastecimento de água	QH.FAA	Ambiental	Anual
	Famílias com saneamento	QH.FS	Ambiental	Anual
	Famílias com coleta de lixo	QH.FCL	Ambiental	Anual
	Número de acessos de internet fixa per capita	QH.AIF	Econômico	Anual
	Produto Interno Bruto <i>per capita</i>	QH.PIB	Econômico	3 anos
Pressão Antrópica	Taxa de crescimento da população	PA.TCP	Social	Flexível
	Consumo médio de água <i>per capita</i>	PA.CMA	Social	Anual
	Legislação sobre o Licenciamento Ambiental	PA.LLA	Institucional	Anual
	Índice de tratamento de esgoto	PA.ITE	Institucional	Anual

Capacidade Institucional	Taxa de alfabetização	CI.TA	Social	10 anos
	Sistema de Informação Geográfica	CI.SIG	Institucional	Anual
	Órgãos municipais de meio ambiente	CI.OMA	Institucional	Anual
	Articulação interinstitucional no setor ambiental	CI.AIA	Institucional	Anual
	Legislação sobre uso e ocupação do solo	CI.UOS	Institucional	Anual
	Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico	CI.ZEE	Institucional	Anual
Qualidade do sistema ambiental	Queimadas e incêndios florestais	QA.QIF	Ambiental	Diário
	Unidades de Conservação	QA.UC	Ambiental	Anual
	Agenda 21 local	QA.A21	Institucional	Anual
	Cadastro Ambiental Rural	QA.CAR	Institucional	Anual
	Despesas com Gestão Ambiental	QA.DGA	Econômico	Anual

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram selecionados 21 indicadores de acordo com os critérios apontados nas páginas 49 e 50, distribuídos entre 4 índices temáticos: qualidade de vida humana (QVH), pressão antrópica (PA), capacidade institucional (CI) e qualidade do sistema ambiental (QSA), respectivamente com 6, 4, 6 e 5 indicadores. A grande maioria dos indicadores são anuais, e aqueles que possuem periodicidade maior podem ser estimados de acordo com a sua tendência.

2.1.3.1 Indicadores de Qualidade de Vida Humana

- Índice de Desenvolvimento Humano

Índice desenvolvido em 1990 pela ONU, é uma ferramenta para mensurar o desenvolvimento econômico e humano, por meio de quatro aspectos: expectativa de vida; taxa de alfabetização; escolaridade, e PIB per capita (Braga et al., 2009). Uma das intenções do índice foi de ampliar o conceito de desenvolvimento de um determinado local, refutando que crescimento econômico não é apenas o aumento do PIB, mas quando este reflete na melhoria das condições de saúde e educação da população (SCARPIN & SLOMSKI, 2007).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Qual o índice de desenvolvimento humano do município para o período de análise? ”.

O cálculo do IDH considera os indicadores de expectativa de vida, índice de alfabetização de adultos, nível de escolaridade da população, PIB *per capita* e paridade do poder de compra da população. O valor do IDH varia de 0 (pior performance) a 1 (melhor performance), sendo considerado “baixo” abaixo de 0,500, médio entre 0,500 e 0,799, alto entre 0,800 e 0,899 e muito alto acima de 0,900.

Os índices de desenvolvimento humano dos municípios brasileiros estão disponíveis nas publicações do “Atlas Brasil” do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Mesmo sendo um índice disponível a cada pesquisa do Censo, que acontece a cada 10 anos, sua relevância e complementação sobre o valor do PIB per capita o torna essencial para o cálculo do IPSM.

- Famílias com abastecimento de água

Esse indicador representa a porcentagem das famílias, que residem em domicílios particulares, tanto na zona urbana quanto na rural, que possuem acesso a abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente. O indicador foi proposto pela ONU no conhecido “Livro Azul”. Não inclui questões relacionadas à qualidade de água ou problemas no serviço de abastecimento (IBGE, 2015).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Qual a porcentagem de famílias do município que possuem abastecimento de água, em relação ao período de análise? ”.

Esse indicador é dado em porcentagem que varia de 0% (pior performance) a 100% (melhor performance), dividindo-se o número de famílias com acesso pelo número total de famílias cadastradas no Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do Ministério da Saúde. Seus dados são obtidos pelo programa “Saúde da Família” e “Agentes Comunitários de Saúde” por meio do cadastramento das famílias. As informações são obtidas por meio das duas primeiras das três categorias informadas pelo SIAB: rede pública de abastecimento de água; poço ou nascente próprios; água pluvial, carro pipa, poço ou bica pública. Para o ano de 2013, o SIAB continha aproximadamente 32 milhões de famílias cadastradas, aproximadamente 57,6% da população brasileira.

Condições de saúde e higiene são fatores que se relacionam com o acesso à água potável, e auxilia a caracterizar o nível de qualidade de vida de uma população, conjuntamente com indicadores de educação e renda (IBGE, 2015).

- Famílias com saneamento

Esse indicador representa a porcentagem das famílias que residem em domicílios particulares, tanto na zona urbana quanto na rural, e que possuem acesso a rede coletora de esgoto ou fossa séptica.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Qual a porcentagem de famílias do município que possuem acesso à uma rede de saneamento de esgoto, em relação ao período de análise? ”.

Esse indicador é dado em porcentagem que varia de 0% (pior performance) a 100% (melhor performance), dividindo-se o número de famílias com acesso pelo número total de famílias cadastradas no Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do Ministério da Saúde. As informações são obtidas por meio das duas primeiras das três categorias informadas pelo SIAB: rede geral de esgoto; fossa séptica; esgoto a céu aberto.

Moretto & Schons (2007) verificaram evidências da relação entre indicadores sociais e ambientais entre os estados brasileiros, sinalizando que o indicador de acesso a rede coletora de esgoto está correlacionado com indicadores sociais, como analfabetismo e número de moradores por domicílio por exemplo. Os autores ainda afirmam que a desigualdade de renda está associada à falta de infraestrutura social para uma parcela significativa da população brasileira.

- Famílias com coleta de lixo

Esse indicador representa a porcentagem das famílias, que residem em domicílios particulares, tanto na zona urbana quanto na rural, que são atendidas por coleta de lixo.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Qual a porcentagem de famílias do município que possuem acesso à coleta de lixo, em relação ao período de análise? ”.

Esse indicador é dado em porcentagem que varia de 0% (pior performance) a 100% (melhor performance), dividindo-se o número de famílias com acesso pelo número total de famílias cadastradas no Sistema de Informação da Atenção Básica

(SIAB) do Ministério da Saúde. As informações são obtidas por meio da primeira das três categorias informadas pelo SIAB: lixo coletado; lixo a céu aberto; lixo queimado ou enterrado.

Considerando o potencial poluidor dos resíduos sólidos, o seu gerenciamento nos ambientes urbanos é necessário para que se torne possível o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. A coleta de lixo é uma atividade relacionada à saúde da população e à proteção ambiental, pois quando feita de maneira incorreta (resíduos dispostos em locais inadequados) pode favorecer a proliferação de vetores patogênicos, contaminação do meio físico (solo, água e ar) e catalisar eventos de enchentes e inundações pelo entupimento de rede coletora de água pluvial (IBGE, 2015).

- Número de acessos de internet fixa *per capita*

Esse indicador representa o número de acessos de internet fixa a cada 100 mil habitantes, pelos levantamentos da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), do Ministério das Comunicações.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quantos acessos relativos à internet fixa o município possui, em relação ao período de análise?”.

A unidade da escala é dada em acessos por 100 mil habitantes. De acordo com a Plataforma de Indicadores do Governo Federal, na seção “Inclusão Digital”, para o ano de 2014, o valor máximo (melhor performance) da escala é de 28.541,38 acessos/100mil hab., corresponde à cidade de Curitiba-PR, e o valor mínimo (pior performance) de 569,11 acessos/100mil hab., correspondente à cidade de Aroeiras do Itaim-PI.

A internet é um dos meios atuais de comunicação e informação. A articulação entre empresas, governos e sociedade civil é facilitada pelo acesso à internet. Em 1997 foi criada a CEBDS: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, que sugeriu as três dimensões da comunicação e da sustentabilidade: informação, mudança e processo, cujo intuito é de dar visibilidade, transparência, conscientização e orientação sobre melhoria de práticas sustentáveis, por meio de equilíbrio dos pilares econômico, social e ambiental (PEREIRA, 2015).

- Produto Interno Bruto *per capita*

Para cálculo do PIB *per capita* utiliza-se as estimativas intercensitárias disponibilizadas pelo DATASUS, cuja fonte é o IBGE. O cálculo do PIB dos municípios é feito de acordo com a distribuição do valor adicionado bruto, a preços básicos, em valores correntes das atividades econômicas.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quanto é a distribuição do PIB do município por habitante, em relação ao período de análise?”.

A unidade da escala é dada em reais por habitante (R\$/hab.). Para o ano de 2013, o valor máximo da escala é de 715.193,70 R\$/hab, corresponde à cidade de Presidente Kennedy-ES, e o valor mínimo de 2.628,65 R\$/hab, correspondente à cidade de Jacareacanga-PA (DATASUS, 2013; IBGE, 2015).

Biage (2013) afirma que a prosperidade econômica conduz ou permite a sociedade a dedicar-se mais a aspectos não econômicos como a proteção ambiental por exemplo, por meio de leis mais severas e efetivas. Aumentando-se a renda, a administração pública tende também importar e incentivar a importação de produtos menos poluentes de locais onde as leis ambientais são mais severas.

2.1.3.2 Indicadores de Pressão Antrópica

- Taxa de crescimento da população

Esse indicador mede o percentual de aumento médio anual da população residente em determinado espaço e período. É influenciado por fatores como a natalidade, mortalidade e migrações. Para isso, utiliza-se dados do Censo Demográfico do IBGE.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quanto cresce a população do município, em relação ao período de análise?”.

O cálculo do indicador é dado pela fórmula abaixo:

$$i = \sqrt[n]{\frac{P(t+n)}{P(t)}} - 1$$

Onde

- A taxa i é o resultado do cálculo, dada em %;
- $P(t+n)$ e $P(t)$ são as populações correspondentes a duas datas sucessivas;
- n é o intervalo de tempo medido

Para o índice temático proposto, o valor de melhor performance é -9,01% correspondente ao município de Severiano Melo-RN, e o pior performance de 190%, correspondente ao município de Rio das Ostras-RJ, ambos entre 2003 e 2013.

O IBGE (2015) afirma que a taxa de crescimento populacional é essencial para criar e nortear políticas públicas sociais, econômicas e ambientais, pois permite entender sobre as demandas por serviços e equipamentos básicos de saúde, saneamento, educação, infraestrutura social e emprego. Dall'Asta (2014) sugere que o modelo de crescimento urbano de centralização, descentralização ou verticalização depende de variáveis como a mobilidade, infraestrutura e densidade populacional. Logo, o crescimento populacional gera demanda sobre o uso e ocupação do solo, além de recursos naturais para produção de energia e alimentos, abastecimento de água, serviços de saúde, saneamento e transporte. Aspectos ambientais como a poluição e a diminuição de recursos naturais acabam por aumentar de acordo com a taxa de crescimento populacional, ao passo de que o desenvolvimento econômico e a pressão por novas tecnologias tendem a ser favorecidas.

- Consumo médio de água *per capita*

Esse indicador mede o consumo de água médio por habitante do município, baseado no consumo total dividido pela população atendida pelos serviços de abastecimento. Os dados são sistematizados pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) do Ministério das Cidades (MCID). Permite não

somente o planejamento e execução de políticas públicas e a orientação da aplicação de recursos, como também o controle do uso do recurso.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quanto de água é consumido por habitante do município por dia, em média, em relação ao período de análise? ”.

A unidade da escala é dada em litros por habitante por dia (L/hab./dia). De acordo com dados do SNIS. Considerando o índice temático de pressão antrópica, para o último ano de análise em 2013, o valor de pior performance é de 598,9 L/hab./dia do município de Miranda do Norte-MA e o valor de melhor performance será dos municípios que consomem abaixo do recomendado pela ONU, de 110 L/hab./dia.

Em 2015, a ONU propôs os novos objetivos de desenvolvimento sustentável para até 2030. O objetivo 6 propõe que seja assegurada a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, e o objetivo 12 que seja assegurado padrões de produção e de consumo sustentáveis. Dados sobre o consumo de água para abastecimento humano, de acordo com a quantidade de água disponível para esse consumo, são importantes para alocação de recursos e definição de políticas públicas, para atender o problema de locais com escassez de água, e conscientizar ou limitar aqueles que consomem acima do recomendado.

- Legislação sobre o Licenciamento Ambiental

Esse indicador informa se o município cumpre a determinação da Resolução CONAMA nº 237/97, que afirma ser de competência do município o licenciamento ambiental de empreendimentos. Em seu artigo 6º afirma-se:

“Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhes forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997).

Adicionalmente, a Lei Complementar nº 140/11, afirma ser de competência do município a proteção, conservação e defesa do meio ambiente, garantir o equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental, evitar conflitos de atribuições, garantir uma atuação administrativa eficiente e garantir a uniformidade da política ambiental para todo o País. Em seu artigo 9º define que é de responsabilidade

municipal promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos que podem causar impactos ambientais negativos e localizados em áreas de conservação instituídas pelo próprio município (exceto Áreas de Proteção Ambiental).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “O município realizou atividade de licenciamento ambiental no período de análise? ”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

Santos (2015) afirma que o processo de licenciamento ambiental não pode ser considerado apenas uma política de conservação ambiental, mas também de desenvolvimento sustentável, pois ele impõe e norteia os empreendimentos nas atividades de mitigação e compensação de seus impactos ambientais negativos e na potencialização dos impactos positivos. Na falta de licenciamento, uma obra é passível de paralização, o que pode afetar o desenvolvimento socioeconômico de uma região.

- Índice de tratamento de esgoto

Esse indicador representa o percentual do esgoto tratado em relação ao coletado.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quanto de esgoto bruto os serviços de saneamento do município conseguem tratar, em relação ao período de análise? ”.

Seu valor é dado em porcentagem que varia de 0% (pior performance) a 100% (melhor performance), dividindo-se o volume de esgoto tratado pela empresa de tratamento de esgoto do município pelo volume de esgoto recebido pela estação de tratamento. As informações são obtidas por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades (MCID).

O entendimento da eficiência de prestação de serviço de tratamento de esgoto permite o planejamento e execução de políticas públicas e a orientação da aplicação de recursos do setor. Segundo Leoneti (2011), o tratamento eficiente de esgoto sanitário pode gerar benefícios para a qualidade da água e dos índices de saúde pública, o que implica em maior capacidade de resposta do município frente aos desafios do desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

2.1.3.3 Indicadores de Capacidade Institucional

- Taxa de alfabetismo

Esse indicador representa o percentual da população analfabeta em relação à população total, considerando os habitantes com mais de 15 anos de idade.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Qual a razão de habitantes do município que são alfabetizados em relação à sua população total, para o período de análise? ”.

Seu valor é dado em porcentagem que varia de 0% (melhor performance) a 100% (pior performance), dividindo-se o número de habitantes analfabetos pelo número total de habitantes do município. As informações são obtidas por meio dos censos demográficos disponibilizados pelo DATASUS, que utilizam fontes do IBGE.

Para que os municípios desenvolvam a sua capacidade institucional, ou seja, a sua capacidade de resposta às problemáticas ocorrem ou podem ocorrer, especificamente em aspectos relacionados à sustentabilidade, a gestão municipal deve dar capacitação e conhecimento básico à população, por meio de acesso à educação básica, iniciada com a alfabetização. A diminuição da natalidade, consumo consciente de água e energia, e o descarte correto de resíduos sólidos, por exemplo, são aspectos que se relacionam à educação básica. Além disso, as desigualdades sociais também tendem a diminuir conforme menor é a taxa de analfabetismo (IBGE, 2015).

- Sistema de Informação Geográfica

Esse indicador representa se o município que conta com um sistema de informação geográfica (SIG). O SIG, de acordo com IBGE (2015) é um conjunto de equipamentos e programas de informática que produzem informações espaciais, integram dados obtidos e propicia a representação do espaço mais, possibilitando uma análise mais bem apurada e na gestão ambiental. Para isso, o município deve contar com uma base geográfica digitalizada, que são banco de dados de informações e imagens digitais de qualidade, que fornecem o suporte cartográfico aos projetos de geoprocessamento utilizados no SIG.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “O município possui um sistema de informação geográfica, no período de análise? ”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

A utilização de ferramentas como o Sistema de Informações Geográficas para a gestão ambiental, por meio de obtenção de dados geoambientais das bases cartográficas municipais pode auxiliar a tomada de decisões tanto dos órgãos públicos como das consultorias ambientais, pois por meio destas, várias aplicações práticas, como planos de manejo, avaliação de impactos ambientais, avaliação de riscos e o licenciamento ambiental podem ser realizadas de maneira confiável e precisa (GRIGIO, 2003; DONHA et. al, 2006).

- Órgãos municipais de meio ambiente

Esse indicador representa se um município possui conselhos ou secretarias municipais específicas na área ambiental.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Existem órgãos ou conselhos específicos da área ambiental no município, no período de análise?”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

A organização, regularização e regulamentação de atividades na área ambiental, em nível municipal, facilita a dinâmica das políticas públicas e a participação da sociedade nas questões ambientais. Os Conselhos Municipais de Meio Ambiente e Secretarias de Meio Ambiente auxiliam a gestão municipal de recursos e as ações de minimização, mitigação e compensação dos impactos ambientais negativos das atividades humanas que ocorrem no município (IBGE, 2015).

- Articulação interinstitucional no setor ambiental

Esse indicador representa se um município faz parte de consórcio público na área de meio ambiente. De acordo com o IBGE (2015), os consórcios públicos são arranjos institucionais para a gestão municipal e instrumentos de planejamento regional para uma possível solução de problemas comuns, afim de melhorar a eficiência da prestação de serviços públicos e realizar um planejamento regional.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “O município faz parte de algum consórcio público na área ambiental, no período de análise?”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

A cooperação horizontal (município-município) e o compartilhamento de informações auxiliam na resolução de problemas sociais e urbanos comuns a uma mesma região. Isso pode ser feito por meio de ampliação da oferta de serviços por parte dos municípios, a racionalização de equipamentos, a ampliação de cooperação regional, a flexibilização dos mecanismos de aquisição de equipamentos e de contratação de pessoal (IBGE, 2015). Leme (2011) afirma que as políticas ambientais devem ser dialogadas nessa forma horizontal, para que se incorpore critérios ambientais na concepção das políticas públicas, em específico as de desenvolvimento sustentável. A cooperação também facilita aos municípios o cumprimento da Política Nacional do Meio Ambiente.

- Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico (ZEE)

Esse indicador representa se existe no município legislação específica sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico (ZEE) como instrumento de planejamento do uso do solo e gestão ambiental. Essa legislação consiste na delimitação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis com o uso sustentável de recursos naturais e equilíbrio dos ecossistemas (IBGE, 2015).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “O município possui alguma legislação específica de zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico, no período de análise?”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

O Decreto nº 4.297/02 regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938/81 (onde cita o zoneamento ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente), estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE. Para um desenvolvimento socioambiental e econômico amplo, em nível nacional, é importante que o processo seja feito em etapas e considerando as variações que levam o desenvolvimento regional, sendo que, o zoneamento ambiental pode ser visto como um instrumento que facilita aos municípios e regiões estaduais o alcance dessa questão, pois podem considerar as próprias potencialidades territoriais e os seus contextos histórico-cultural e de sua população no seu planejamento. Essa

abordagem de desenvolvimento, do micro para o macro, tende a diminuir a generalidade das políticas ambientais e facilitar a articulação interinstitucional (DA SILVA PEREIRA & FAGUNDES, 2013).

- Legislação sobre uso e ocupação do solo

Esse indicador representa se existe no município legislação específica sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo, como instrumento de regulação do uso e ocupação do solo urbano, segundo zonas ou áreas delimitadas (IBGE, 2015).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “O município possui alguma legislação específica de uso e ocupação do solo, no período de análise? ”.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

O uso e ocupação do solo auxilia então no planejamento, que otimiza as atividades municipais, diminuindo o consumo de recursos e produção de resíduos e poluição. Romero (2015) afirma que um dos caminhos para adoção de práticas sustentáveis em um município passa pela ordenação técnica e eficiente do espaço, com adoção de tecnologias e minimização de desigualdades sociais por meio de potencialização de investimentos, qualidade de vida, coesão social e valorização de espaços públicos.

2.1.3.4 Indicadores de Qualidade do Sistema Ambiental

- Queimadas e incêndios florestais

Esse indicador representa a ocorrência de focos de calor por área de território municipal utilizando-se de fonte o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), baseado nos dados obtidos pelos satélites *AQUA*, *TERRA*, *GOES*, *NOAA*, *MSG-03*, *METEOP-B* e *NPP VIRS*.

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quantos focos de queimadas ocorreram na área de município, no período de análise? ”.

A unidade da escala é dada em focos/km². Para o ano de 2016, o valor máximo (pior performance) da escala é de 1,16 focos/km², corresponde à cidade de Porto Velho-RO, e o valor mínimo (melhor performance) de 0 focos/km² (INPE, 2017).

De acordo com o IBGE (2015) “a frequência de ocorrência de focos de calor em um território pode ser utilizada como indicador do avanço das atividades agropecuárias e das áreas antropizadas sobre as áreas com vegetação nativa”. Além disso, as queimadas podem causar impactos negativos sobre a biodiversidade, recursos hídricos, qualidade e estrutura do solo, concentração de gases de efeito estufa, e a saúde da população afetada, principalmente em cidades de pequeno e médio porte que geralmente não faz seu monitoramento.

- Unidades de Conservação

Esse indicador informa quanto do território do município é protegido por unidades de conservação, utilizando-se como fonte as informações do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O valor desse indicador serve para responder à pergunta: “Quanto do território municipal é composto por unidades de conservação, em relação ao período de análise? ”.

O valor é dado em porcentagem que varia de 100% (melhor performance) a 0% (pior performance), dividindo-se a soma das áreas das unidades de conservação pela área total do município e multiplicando-se por 100. Considera-se que as áreas das unidades de conservação sobrepostas não entram no cálculo.

As unidades de conservação são reconhecidamente fatores que proporcionam a melhoria da qualidade do sistema ambiental, garantindo a manutenção das espécies e dos serviços ecossistêmicos. Adicionalmente, de Andrade & Santo Ladanza (2016) afirmam que áreas protegidas exercem fundamental importância no uso tradicional da terra e no desenvolvimento econômico.

- Agenda 21 local

Esse indicador informa se o município já iniciou o processo de elaboração da Agenda 21 Local. De acordo com IBGE (2015), a Agenda 21 é uma ferramenta de planejamento para o desenvolvimento de sociedades sustentáveis, utilizando-se de métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

De acordo com BRASIL (2016):

“Agenda 21 Local é o processo de planejamento participativo de um determinado território, que envolve a implantação, ali, de um Fórum de Agenda 21. Composto por governo e sociedade civil, o Fórum é responsável pela construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, que estrutura as prioridades locais por meio de projetos e ações de curto, médio e longo prazos. No Fórum são também definidos os meios de implementação e as responsabilidades do governo e dos demais setores da sociedade local na implementação, acompanhamento e revisão desses projetos e ações.”

A escala varia entre os vários estágios de implementação do agenda 21, sendo o valor de pior performance (0%) quando o município não iniciou o processo, 17% para quando está em fase de mobilização e sensibilização do governo e sociedade, 33% para a fase de criação do Fórum de Agenda 21 Local, 50% para a fase de elaboração do Diagnóstico Participativo, 67% para a fase de Elaboração do Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, 83% para a fase de Implementação do Plano Local de Desenvolvimento Sustentável e 100% (melhor performance) para a fase de Monitoramento e Avaliação do Plano Local de Desenvolvimento Sustentável.

Malheiros et al. (2008) afirmam que a Agenda 21 traz consigo benefícios para a gestão dos municípios em relação à gestão ambiental por meio de discussões, reflexões e soluções de conflitos entre os atores envolvidos com o processo de desenvolvimento sustentável, pois ela estabelece que seja realizado um ciclo contínuo e participativo de revisão de ações e de avaliação de resultados da gestão ambiental.

- Cadastro Ambiental Rural

Esse indicador informa se o município já implantou o Cadastro Ambiental Rural (CAR), de acordo com a Lei Nº 12.651 de 2012. O CAR é um Conjunto de informações georreferenciadas de um imóvel rural, com delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (ARL), remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública. Segundo o IBGE

(2015), o objetivo do CAR é traçar mapas digitais a por meio de ferramentas e métodos de SIG, para diagnóstico ambiental, na intenção de obter uma base de dados estratégica para o controle, o monitoramento e o combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do País, além de auxiliar o planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais.

A escala é binária, sendo “Sim” o valor de melhor performance e “Não” o de pior performance, de acordo com os dados do MUNIC.

O CAR é uma importante ferramenta de fiscalização e regulação das atividades rurais que podem causar impactos ambientais negativos. A proteção das APPs e ARLs é importante para garantir os processos ecológicos e serviços ambientais, diminuindo a intensidade de processos erosivos em terrenos com maior declividade, evitar a colmatagem de rios, formar corredores ecológicos e proporcionar a diversidade gênica animal e vegetal (DE ALCANTARA LAUDARES et al., 2013).

- Despesas com Gestão Ambiental

Esse indicador informa qual a participação da gestão ambiental no orçamento anual do município, por meio de dados do SICONFI (Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro) do Ministério da Fazenda. Isso inclui gastos com preservação e conservação ambiental, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas, recursos históricos e meteorologia.

A unidade da escala é dada em porcentagem (%). Para o último ano de análise em 2014, o valor de melhor performance é de 7,316%, referente ao município de Rio das Ostras-RJ, sendo que o valor de menor performance é 0%.

A proteção ambiental é em grande parte assegurada por instrumentos econômicos, pois são eficazes em mudanças comportamentais, no sentido de conservação e preservação ambiental. O incentivo fiscal institucional torna menos atrativo as atividades poluidoras, pois abre a possibilidade de manter sua margem de lucro, mesmo que produza menos ou gaste com tecnologias menos poluidoras (DE ASSIS FERREIRA et al., 2015).

2.1.3 Tratamento dos dados

Após a obtenção dos valores para cada indicador, necessita-se que estes sejam normalizados dentro de uma escala única e ponderados de acordo com os aspectos identificados.

Considerando os valores máximos e mínimos de cada indicador, eles são normalizados dentro de uma escala de 0 a 100% e então o valor obtido é normalizado por meio de interpolação, por meio da fórmula a seguir:

$$\text{Valor normalizado (\%)} = \left(\frac{\text{Valor obtido} - \text{Valor mínimo}}{\text{Valor máximo} - \text{Valor mínimo}} \right) \cdot 100$$

Para facilitar o procedimento, calculou-se para cada indicador o seu valor a cada 10% da escala normalizada, diminuindo-se o valor máximo do mínimo, e dividindo esse resultado por 10. As escalas normalizadas para cada indicador seguem nas tabelas 3, 4, 5 e 6.

Tabela 3 – Escalas normalizadas para os indicadores de Qualidade de Vida Humana.

VALOR NORMALIZADO	QH.IDH	QH.FAA	QH.FS	QH.FCL	QH.AIF	QH.PIB
100%	1	100%	100%	100%	> 28.541,38	> 715.193,7
90%	0,9	90%	90%	90%	25.744,15	643.937,20
80%	0,8	80%	80%	80%	22.946,93	572.680,69
70%	0,7	70%	70%	70%	20.149,70	501.424,19
60%	0,6	60%	60%	60%	17.352,47	430.167,68
50%	0,5	50%	50%	50%	14.555,25	358.911,18
40%	0,4	40%	40%	40%	11.758,02	287.654,67
30%	0,3	30%	30%	30%	8.960,79	216.398,17
20%	0,2	20%	20%	20%	6.163,56	145.141,66
10%	0,1	10%	10%	10%	3.366,34	73.885,15
0%	0	0%	0%	0%	< 569,2	< 2.628,6

Fonte: Elaborada pelo autor.

Legenda: **QH.IDH** = Indicador de índice de desenvolvimento humano; **QH.FAA** = Indicador de famílias com acesso a abastecimento de água; **QH.FS** = Indicador de famílias com acesso a saneamento de esgoto; **QH. FCL** = Indicador de famílias com acesso a coleta de lixo; **QH.AIF** = Indicador de acesso a internet fixa; **QH.PIB** = Indicador de Produto Interno Bruto.

Tabela 4 – Escalas normalizadas para os indicadores de Pressão Antrópica.

VALOR NORMALIZADO	PA.TCP	PA.CMA	PA.LLA	PA.ITE
100%	-9,04%	< 110,00	SIM	100%
90%	10,86%	158,89		90%
80%	30,77%	207,78		80%
70%	50,67%	256,67		70%
60%	70,58%	305,56		60%
50%	90,48%	354,45	NÃO	50%
40%	110,38%	403,34		40%
30%	130,29%	452,23		30%
20%	150,19%	501,12		20%
10%	170,10%	550,01		10%
0%	190,00%	598,90		0%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Legenda: **PA.TCP** = Indicador de taxa de crescimento populacional; **PA.CMA** = Indicador de consumo de água per capita; **PA.LLA** = Indicador de legislação sobre licenciamento ambiental; **PA.ITE** = Indicador sobre Índice de Tratamento de Esgoto.

Tabela 5 – Escalas normalizadas para os indicadores de Capacidade Institucional.

VALOR NORMALIZADO	CI.TA	CI.SIG	CI.OMA	CI.AIA	CI.UOS	CI.ZEE
100%	0%	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
90%	10%					
80%	20%					
70%	30%					
60%	40%					
50%	50%	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
40%	60%					
30%	70%					
20%	80%					
10%	90%					
0%	100%					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Legenda: **CI.TA** = Taxa da alfabetização; **CI.SIG** = Indicador sobre sistema de informação geográfica; **CI.OMA** = Indicador sobre órgãos municipais de meio ambiente; **CI.AIA** = Indicador de legislação sobre articulação interinstitucional; **CI.UOS** = Indicador sobre legislação de uso e ocupação do solo; **CI.ZEE** = Indicador sobre legislação de zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico.

Tabela 6 – Escalas normalizadas para os indicadores de Qualidade do Sistema Ambiental.

VALOR NORMALIZADO	QA.QIF	QA.A21	QA.CAR	QA.DGA	QA.UC
100%	0,00	Monitoramento e Avaliação do Plano Local de Desenvolvimento Sustentável	SIM	7,32%	100%
90%	0,12			6,58%	90%
80%	0,23	Elaboração e Implementação do Plano Local de Desenvolvimento Sustentável		5,85%	80%
70%	0,35			5,12%	70%
60%	0,46	Elaboração do Diagnóstico Participativo		4,39%	60%
50%	0,58			3,66%	50%
40%	0,70	Criação do Fórum de Agenda 21 Local	NÃO	2,92%	40%
30%	0,81			2,19%	30%
20%	0,93	Sensibilização/mobilização		1,46%	20%
10%	1,04			0,73%	10%
0%	1,16	Não implementado		0,00%	0%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Legenda: **QA.A21** = Indicador sobre Agenda 21; **QA.CAR** = Indicador sobre Cadastro Ambiental Rural; **QA.DGA** = Indicador de despesas com gestão ambiental; **QA.UC** = Indicador sobre unidades de conservação.

O questionário para identificação dos aspectos relacionados às características do município serve de *input* para ponderar a importância dos índices temáticos e de seus indicadores. Esse questionário é uma planilha eletrônica, onde o gestor ou especialista irá preencher, classificando a importância dos índices temáticos entre eles, também classificando os indicadores, de cada índice temático, entre os mesmos.

A identificação dos aspectos no início do método de elaboração do IPSM tem por objetivo auxiliar a atribuição de pesos para cada indicador utilizado para o município analisado. Essa ponderação será realizada por meio de método hierárquico denominado AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

O método AHP tem como principal característica o apoio à tomada de decisão em problemas com múltiplos critérios (MARINS et al., 2009), o que viabiliza a sua utilização para o índice proposto, pois a influência de cada indicador pode variar entre municípios o que torna a sistematização complexa. Esse método foi desenvolvido pelo professor Thomas Saaty na década de 1970 com base em conhecimentos matemáticos e psicológicos, para auxiliar na resolução e tomada de decisões frente à problemas complexos, por meio de priorização de alternativas. Então relaciona-se critérios entre si, obtendo uma relação hierárquica das possíveis soluções alternativas (BIANCO, 2016).

Existe uma grande variedade de métodos que auxiliam na atribuição de pesos para os indicadores para a construção de um índice, como Electre TRI (Roy, 1996), Promethee (Brans & Vincke, 1985), MAUT (Keeney & Raiffa, 1976) e TOPSIS (Hwang

& Yoon, 1981). O AHP, em comparação a outros métodos de ponderação de indicadores, tem por característica a comparação por meio de julgamento “par a par” e não a atribuição de pesos apenas de acordo com o posicionamento de especialistas ou atores sociais. Isso reduz a subjetividade do processo de julgamento. Além disso, o método possui meios de avaliação da consistência lógica dos julgamentos. Caso não haja consistência, os julgamentos precisam ser refeitos ou ajustados.

Salomon et al. (1999) em um trabalho comparativo entre métodos de auxílio à decisão por múltiplos critérios, defende a utilização do método AHP quando o processo decisório for de longo prazo e quando as alternativas e critérios de decisão forem totalmente independentes.

Além disso, outras características típicas do método seguem na figura 9.

Figura 9 – Características do método AHP.



Fonte: MADEIRA, 2014.

Bianco (2016) afirma que:

“O método AHP possibilita a existência da subjetividade de julgamentos, contudo uma grande consistência deve estar presente nos julgamentos dos critérios e alternativas adotados, visto que representam fatores decisivos do problema.

Incoerências nos julgamentos podem ser originadas da falta do estabelecimento de critérios e subcritérios ou equívoco de quem está analisando o problema.

Após julgados os critérios e subcritérios é preciso verificar se a problemática em questão foi devidamente analisada e bem estruturada assim como se houve coerência nos julgamentos e também com os critérios avaliados. Para essa verificação calcula-se a razão de consistência, identificada por RC. ”

Em síntese, os passos do método AHP são basicamente:

1. Modelagem do Problema
2. Realização dos julgamentos paritários.
3. Divisão de cada elemento da matriz pela soma da sua coluna.
4. Somar os elementos de cada linha e dividir por n .
 - 4.1. Sendo n igual ao tamanho da matriz. Exemplos: matriz 4x4 ($n=4$), matriz 3x3 ($n=3$), matriz 2x2 ($n=2$).
5. Calcular o Índice de Consistência (IC) e o Índice Randômico (IR) para obter a razão de consistência (RC)
 - 5.1. **IC:** Multiplica-se a matriz de julgamentos pelo vetor de prioridades. Então, divide-se essa nova matriz também pelo vetor de prioridades, obtendo-se uma nova matriz com n linhas e uma coluna. Calcula-se a média aritmética das linhas para obter λ_{MAX} . Com valor de λ_{MAX} e considerando a ordem da matriz como n , calcula-se o IC pela fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1}$$

- 5.2. **IR:** Os índices randômicos, de acordo com Saaty (1991) seguem na tabela 7:

Tabela 7 - Índices randômicos do método AHP.

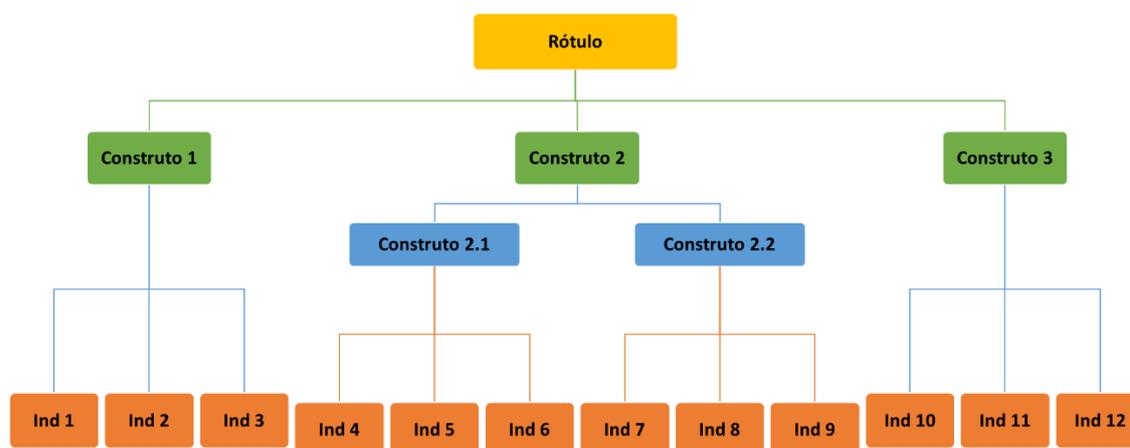
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: BIANCO, 2016.

5.3. **RC:** Calcula-se RC por meio da divisão de IC por IR, sendo que, uma matriz com um $RC < 0,10$ é considerada coerente, com $0,10 < RC < 0,20$ inconsistente e $RC > 0,20$ extremamente inconsistente.

A modelagem do problema é a etapa onde os indicadores são estruturados em níveis hierárquicos, de acordo com os constructos. O primeiro nível da hierarquia (rótulo) deve corresponder ao índice, o segundo aos índices temáticos e o terceiro os indicadores, como mostra a figura 10:

Figura 10 - Estrutura Hierárquica Básica da Análise Hierárquica de Processos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os julgamentos são realizados por meio de comparação de critérios par a par, por meio de uma matriz quadrada $n \times n$, cujas linhas e colunas são os critérios em julgamento (neste caso, os indicadores). O valor de cada posição da matriz é realizado por meio da comparação entre os critérios da linha e coluna correspondente (BIANCO, 2016).

De acordo com Marins (2009):

“A quantidade de julgamentos necessários para a construção de uma matriz de julgamentos genérica A é $n(n-1)/2$, onde n é o número de elementos pertencentes a esta matriz. Os elementos de A são definidos pelas condições”

Essa matriz é definida pela figura 11:

Figura 11 – Matriz de julgamento paritário do método AHP.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde:}$$

$$a_{ij} > 0 \Rightarrow \textit{positiva}$$

$$a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \Rightarrow \textit{recíproca}$$

$$a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \Rightarrow \textit{consistência}$$

Fonte: MARINS, 2009.

Então são realizados os julgamentos das importâncias relativas dos indicadores, par a par, em relação ao objetivo de análise (ao índice temático no caso do IPSM). O modelo de Saaty (1991) para atribuição de importâncias segue no quadro 7.

Quadro 7 - Escala de comparação dos critérios para método AHP.

IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1 e 2	Igualmente importante	Os dois critérios são igualmente importantes
3 e 4	Um pouco mais importante	Um critério é ligeiramente mais importante
5 e 6	Muito mais importante	Um critério é notoriamente mais importante
7 e 8	Muito fortemente mais importante	Um critério é muito mais importante
9 e 10	Absolutamente mais importante	Um critério é extremamente mais importante

Fonte: BIANCO (2016), adaptado pelo autor.

A análise de sensibilidade é a etapa onde se realizada a normalização das matrizes, pela soma dos elementos do valor das colunas, e dividindo-se o valor de cada elemento pelo somatório dos valores da respectiva coluna.

Para o cálculo do IPSM, os julgamentos ocorreram para os índices temáticos e para os seus indicadores. O resultado será a importância relativa e final dos indicadores e índices temáticos em relação ao objetivo da análise: a performance ambiental do município.

O especialista responsável pelo preenchimento do questionário irá atribuir a importância de um índice temático em relação aos demais, assim como para seus indicadores, considerando as características do município.

2.1.4 Interface

O IPSM é um índice que busca realizar uma análise da performance da sustentabilidade de um determinado município em uma escala temporal. O método basicamente consiste na identificação das peculiaridades que interferem no desenvolvimento econômico, social, institucional e ambiental de uma cidade em análise.

O primeiro passo da aplicação do índice em um município é determinar um ou mais responsáveis pelo preenchimento do formulário de ponderação dos índices temáticos e indicadores.

Confirmando-se a disponibilidade e o aceite do responsável, o pesquisador dispõe a planilha eletrônica para que este possa preenche-la. Nessa planilha contém instruções de preenchimento (conforme a figura 11).

Figura 11 – Instruções de preenchimento do formulário de ponderação do Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal.

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO IPISM

Clique na cédula correspondete à nota atribuída

1 - Qual aspecto mais influencia na sustentabilidade no seu município? E qual importância?																		
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pressão Antrópica
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional

Selecione a **COR DE PREENCHIMENTO** da cédula conforme a figura abaixo



CONSIDERANDO:

- 1 Importância igual
- 2 Pouca ou fraca
- 3 Importância moderada
- 4 Moderada para cima
- 5 Importância forte
- 6 Importância forte para cima
- 7 Muito importante
- 8 Muito importante para cima
- 9 Extremamente importante

Fonte: Elaborado pelo autor.

O formulário de preenchimento para comparação entre índices temáticos e entre seus indicadores seguem nas demais planilhas eletrônicas, conforme o exemplo da figura 12, que solicita a comparação entre índices temáticos.

O responsável irá preencher, de cor amarelo, a cédula correspondente à nota atribuída para a importância de um índice temático ou indicador em comparação a um outro, até que se faça a comparação de todos entre si. Para melhor esclarecimento ao responsável, as informações sobre as características dos indicadores são apontadas nas planilhas.

Figura 12 – Formulário de preenchimento para comparação de importância entre índices temáticos.

Qual aspecto mais influencia na sustentabilidade no seu município? E qual importância?																		
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pressão Antrópica
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Capacidade Institucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com o preenchimento, o pesquisador deve inserir os valores atribuídos em planilhas de ponderação de AHP, que contém a modelagem para os resultados de λ_{MAX} , IC e RC. Na planilha da figura 13 por exemplo, na comparação entre índices temáticos, apenas as cédulas da diagonal direita são preenchidas, comparando-se os elementos da primeira coluna com os da primeira linha. Caso o elemento da coluna seja mais importante que a linha, preenche-se de 2 a 9, e no caso de o elemento da linha ser mais importante que a coluna se preenche de 1/2 a 1/9.

Figura 13 – Planilha de preenchimento do pesquisador para o cálculo das importâncias relativas e da consistência.

	QVH	PA	CI	QSA
QVH	1,00	1,00	1,00	1,00
PA	1,00	1,00	1,00	1,00
CI	1,00	1,00	1,00	1,00
QSA	1,00	1,00	1,00	1,00
	4,00	4,00	4,00	4,00

 Cédulas a serem preenchidas

Fonte: Elaborada pelo autor

Com esse procedimento, obtém-se as IR's, ou seja, os pesos de cada índice temático e de cada índice.

A importância final (IF) de cada indicador é feita pela multiplicação das suas IR's com as IR's de seus respectivos índices temáticos

O procedimento seguinte é a obtenção dos dados primários de cada indicador, nos bancos de dados sugeridos pelo capítulo 2. Os dados então são normalizados dentro das escalas por meio de interpolação linear, como mostra a equação a seguir:

$$Performance \text{ (resultado normalizado)} = \frac{Valor \text{ obtido} - Valor \text{ mínimo}}{Valor \text{ máximo} - Valor \text{ mínimo}}$$

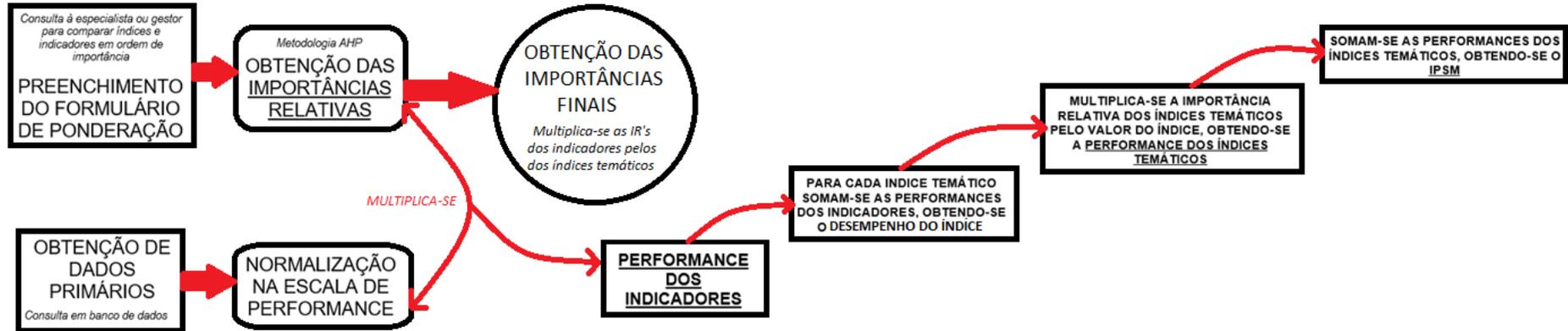
Sendo que, os valores máximos e mínimos são aqueles determinados nas tabelas 3, 4, 5 e 6 das páginas 67, 68 e 69.

Obtendo-se os dados normalizados e ponderados, calcula-se os valores de performance de cada indicador em relação aos seus índices temáticos, e dos índices temáticos em relação ao IPSM.

De forma sistemática, o cálculo do Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal organiza-se da seguinte forma (figura 14):

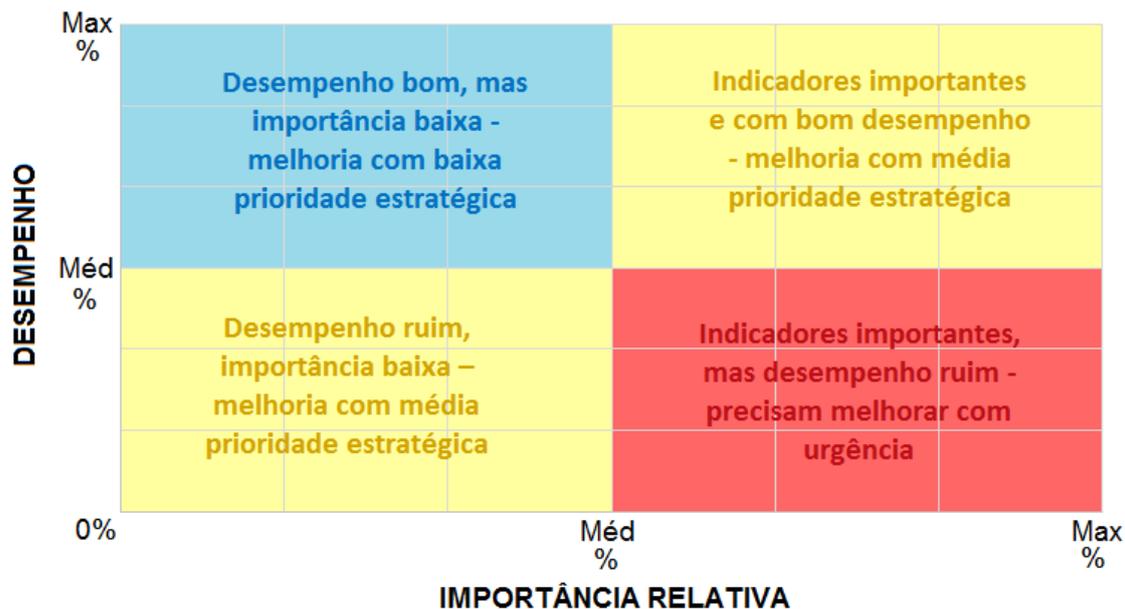
- Para cada índice temático, multiplica-se os valores normalizado pelo IR de cada um de seus indicadores, para obtenção de suas performances, que então são somadas para obter a performance do índice temático.
- Calcula-se os IF's pela multiplicação das IR's dos indicadores pelos IR's de seus respectivos índices temáticos.
- Para o cálculo final do IPSM, multiplica-se o IR dos índices temáticos pela sua performance. Esses resultados são somados, obtendo-se o valor de IPSM em escala de porcentagem.
- A relação entre a desempenho e o IR e devem ser comparadas para os índices temáticos e entre IF e valor normalizado para os indicadores, em um gráfico para que se elabore uma análise de estratégia ambiental, a fim de verificar quais indicadores e índices temáticos possuem maior necessidade de melhoria (figura 15).
 - Indicadores ou índices com baixo desempenho e baixa importância, assim como aqueles com alto desempenho e alta importância possuem prioridade média
 - Indicadores ou índices com alto desempenho, mas baixa importância, possuem menor prioridade.
 - Indicadores ou índices com baixo desempenho, mas com grande importância são considerados como urgentes.

Figura 14 – Sistematização do cálculo de Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 15 – Gráfico de análise estratégica ambiental do IPSM.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O valor de IPSM pode variar entre 0 e 100%, considerado muito baixo entre 0 e 20%, baixo entre 21 e 40%, médio entre 41 e 60%, alto entre 61 e 80%, e muito alto entre 81 e 100%.

A comparação entre importância relativa e performances dos índices temáticos e indicadores, o resultado de IPSM e a análise estratégica ambiental são os produtos finais do método. O conjunto das três observações é o eixo central do IPSM, possibilitando que o índice, quando aplicado, auxilie as políticas e ações de instituições municipais.

A identificação de índices temáticos e indicadores de sustentabilidade, importantes para o município, mas com baixa performance, é a intenção principal do IPSM. Por meio das considerações finais do método é possível identificar fatores sociais, econômicos, institucionais ou ambientais que necessitam de mais atenção e alocação de recursos, para que o município busque um desenvolvimento socioeconômico e ambiental mais eficiente.

A utilização de indicadores de sustentabilidade, cujas informações são acessíveis em bancos de dados que abrangem todos os municípios, além da adoção da análise hierárquica (AHP), para a ponderação dos valores de acordo com as características do município, torna o IPSM flexível e viável em termos de aplicabilidade.

CAPÍTULO 3 – PANORAMA DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PERFORMANCE DA SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL

Esse capítulo destina-se ao teste da metodologia proposta para o IPSM, cujo objetivo é verificar a aplicabilidade dos procedimentos metodológicos para dois municípios (Paracatu/MG e Anápolis/GO) de características demográficas, geográficas, socioeconômicas e ambientais diferentes.

3.1 Aplicação do IPSM para o município de Paracatu-MG

Paracatu é um município localizado no noroeste do Estado de Minas Gerais, em uma área de aproximadamente 8.300km². Sua população estimada para 2016 é de 91.724 habitantes, com uma densidade demográfica de 10,3 hab/km². A economia do município ocupa a 257^o posição no ranking de PIB nacional e 27^o no ranking estadual, e relaciona-se principalmente com as atividades industriais, como a agropecuária (produção de soja, milho, feijão e criação extensiva de gado nelore), a produção mineral (extração de ouro, zinco e chumbo) e produção de biocombustíveis por meio de usinas de álcool e açúcar (IBGE, 2016)

3.1.1 Preenchimento do Formulário de Ponderação

Para o preenchimento do formulário de ponderação referente ao município de Paracatu-MG, convidou-se um membro do Conselho Municipal de Defesa, Conservação, Proteção e Desenvolvimento do Meio Ambiente (CODEMA) e coordenador do curso de Engenharia Ambiental de uma instituição de ensino superior privada. O preenchimento do formulário foi devidamente instruído e as respostas seguem no anexo 1.

3.1.2 Obtenção das importâncias relativas

De acordo com o preenchimento do formulário de ponderação, foram calculadas as importâncias relativas (IR's) dos índices temáticos e indicadores, por meio de análise hierárquica (AHP) em um software de planilha eletrônica.

Os valores das IR's para o município de Paracatu-MG, em ordem decrescente, e dos respectivos IF's seguem na tabela 8.

Tabela 8 – Importâncias relativas e finais obtidas para índices temáticos e indicadores para o município de Paracatu-MG.

ÍNDICE TEMÁTICO	IR	INDICADOR	IR	IF
Qualidade do Sistema Ambiental	35,84%	Cadastro Ambiental Rural	43,43%	15,57%
		Unidades de Conservação	20,80%	7,46%
		Despesas com Gestão Ambiental	19,14%	6,86%
		Queimadas e Incêndios florestais	12,43%	4,46%
		Agenda 21 local	4,19%	1,50%
Pressão Antrópica	27,83%	Taxa de Crescimento Populacional	50,28%	13,99%
		Consumo de água per capita	24,06%	6,70%
		Índice de Tratamento de Esgoto	13,19%	3,67%
		Licenciamento Ambiental	12,47%	3,47%
Capacidade Institucional	18,69%	Órgãos municipais de meio ambiente	28,59%	5,34%
		Taxa de Analfabetismo	18,70%	3,49%
		Legislação sobre uso e ocupação do solo	18,65%	3,49%
		Legislação sobre zoneamento ecológico-econômico	16,43%	3,07%
		Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente	12,29%	2,30%
		Sistema de Informação Geográfica	5,34%	1,00%
Qualidade de Vida Humana	17,64%	Famílias com Saneamento	31,68%	5,59%
		Famílias com Abastecimento de Água	24,81%	4,38%
		Famílias com Coleta de Lixo	16,10%	2,84%
		Produto Interno Bruto <i>per capita</i>	12,52%	2,21%
		Índice de Desenvolvimento Humano	8,04%	1,42%
		Número de acessos de internet fixa <i>per capita</i>	6,85%	1,21%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observa-se que as importâncias relativas dos índices temáticos foram relativamente homogêneas, entretanto o maior índice, que foi o de qualidade do sistema ambiental (35,84%) representa aproximadamente o dobro da qualidade de vida humana (17,64%), que foi o de menor IR. Observa-se que a dimensão ambiental se mostra mais importante para o município, visto os dois primeiros índices temáticos mais importantes.

Em relação aos indicadores, destacam-se os de Cadastro Ambiental Rural (QA.CAR) e a Taxa de Crescimento Populacional (PA.TCP) devido às suas importâncias finais, ou seja, em relação ao IPSM do município. Os indicadores considerados menos importantes para o município foram os de Sistema de Informação Geográfica (CI.SIG) e Número de acessos de internet fixa per capita (QH.AIF).

Observa-se que, para Paracatu-MG, o gestor considera importante que exista um controle e regulação das atividades rurais do município por meio do CAR, provavelmente pelo município ser um polo agropecuário, pois ocupa a 5ª posição no ranking estadual e 48º do ranking nacional de municípios pelo PIB Agropecuário de acordo com dados demográficos e socioeconômicos do DATASUS, do ministério da saúde de 2014.

Já em relação ao crescimento populacional, pode estar relacionado ao fato do município de Paracatu-MG contar com 3 faculdades privadas e um instituto federal, frequentadas por muitos estudantes da região noroeste de Minas Gerais. Esse processo é recente, visto que acontece desde a criação do Programa Universidade para Todos (PROUNI) e do Fundo de Financiamento Estudantil (FIES), do governo federal. Isso gera no município uma demanda maior pelo uso e ocupação do solo.

3.1.3 Obtenção de dados primários e normalização nas escalas de performances

Os dados para os indicadores foram obtidos por meio dos bancos de dados e fontes recomendadas no capítulo 2. Os valores obtidos foram normalizados por meio de interpolação linear para uma escala percentual, de acordo com os valores máximos e mínimos estipulados também pelo capítulo 2.

Para o município de Paracatu-MG, os resultados dos dados primários e performances dos indicadores, em ordem decrescente, seguem na tabela 9.

Tabela 9 – Valores e performance dos indicadores utilizados no IPSM para o município de Paracatu-MG.

ÍNDICE TEMÁTICO	INDICADOR	VALOR	VALOR NORMALIZADO
Qualidade do Sistema Ambiental	Queimadas e Incêndios florestais	0,17	85%
	Despesas com Gestão Ambiental	0,725%	10%
	Unidades de Conservação	1,290%	1%
	Agenda 21 local	Não	0%
	Cadastro Ambiental Rural	Não	0%
Pressão Antrópica	Índice de Tratamento de Esgoto	98%	98%
	Consumo de água per capita	126,6	97%
	Taxa de Crescimento Populacional	1,44%	95%
	Licenciamento Ambiental	Não	0%
Capacidade Institucional	Órgãos municipais de meio ambiente	Sim	100%
	Legislação sobre uso e ocupação do solo	Sim	100%
	Legislação sobre zoneamento ecológico-econômico	Sim	100%
	Taxa de Analfabetismo	7,15%	93%
	Sistema de Informação Geográfica	Não	0%
	Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente	Não	0%
Qualidade de Vida Humana	Famílias com Coleta de Lixo	98,54%	99%
	Famílias com Abastecimento de Água	97,03%	97%
	Famílias com Saneamento	85,07%	85%
	Índice de Desenvolvimento Humano	0,744	74%
	Número de acessos de internet fixa per capita	10.689,53	36%
	Produto Interno Bruto per capita	32.586,35	4%

Fonte: Elaborada pelo autor.

A população do município de Paracatu possui bom acesso à serviços básicos, como água tratada, saneamento, coleta de lixo e educação básica, estando acima da média nacional em todos eles (respectivamente 77,6%, 41,9%, 79,6% e 9,37% de acordo com dados do Sistema de Informação da Atenção Básica e o DATASUS).

O município de Paracatu, apesar ter indústrias de alto potencial poluidor, como mineradoras e agrícolas, não realiza licenciamento ambiental e também ainda não implementou ainda programas de implementação e conscientização sobre o Cadastro Ambiental Rural. Para isso, seria importante também que contasse com bases cartográficas digitais para um sistema de informações geográficas. Também seria importante se houvesse articulação entre os municípios da região para auxiliarem na elaboração de suas Agendas 21 locais.

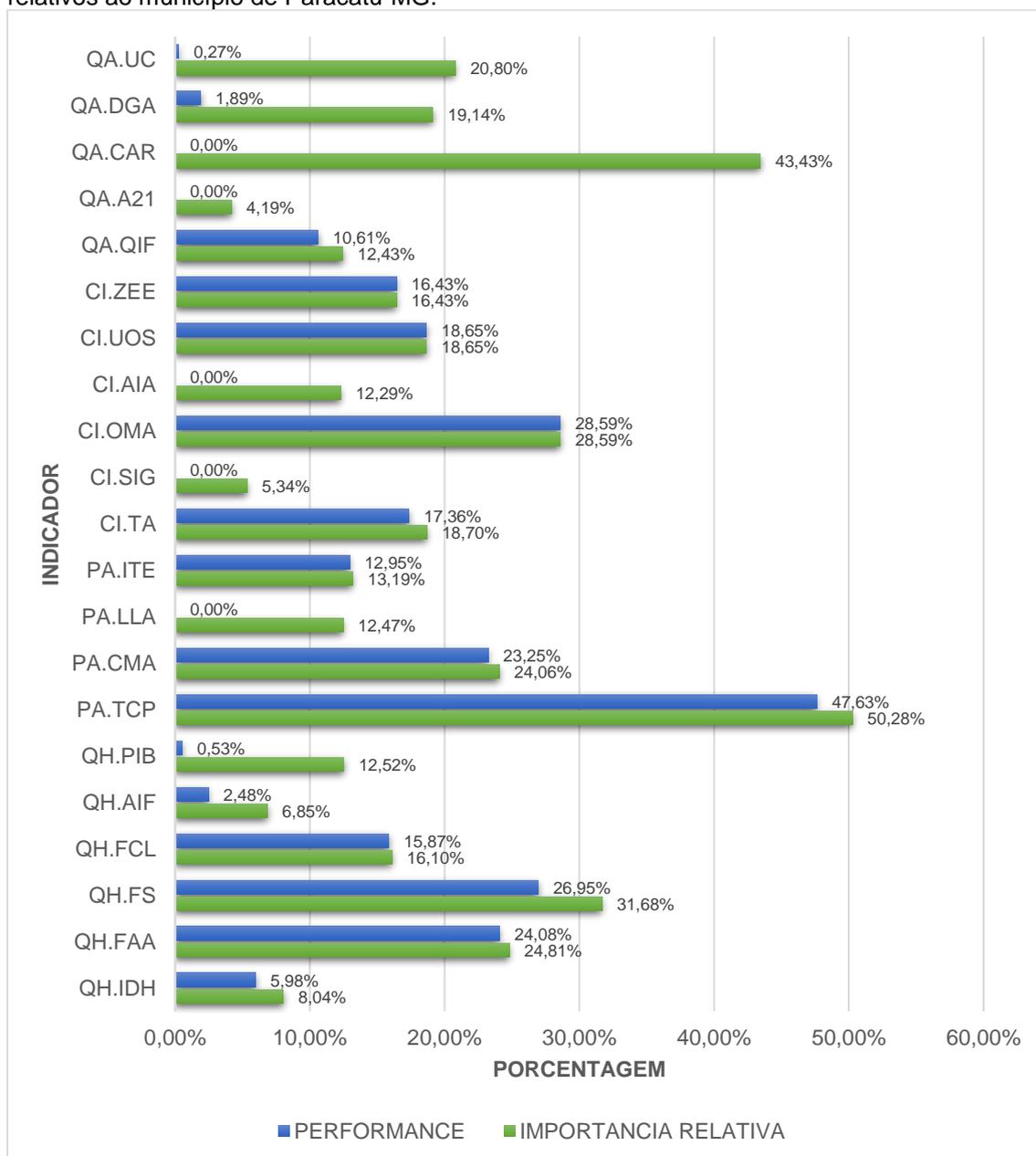
Paracatu conta com um parque estadual e duas reservas particulares de patrimônio natural, todas advindas de programas de compensação ambiental de uma indústria de exploração mineral, e que ocupam uma área de apenas 1,29% da área municipal.

3.1.4 Análise ambiental estratégica dos indicadores e índices temáticos

Conforme instrução de modelagem do IPSM, multiplicou-se o valor das IR's dos indicadores pelos seus respectivos valores normalizados para obter as performances, e também multiplicou-se as IR's dos indicadores pela IR de seus respectivos índices temáticos para obter a importância final de cada indicador (IF).

Para obter o desempenho de cada índice temático, somou-se as performances de seus indicadores. Essas somas foram multiplicadas pelas respectivas IR's dos índices temáticos, obtendo-se a performance dos mesmos. E por fim, somaram-se essas performances para o cálculo final do IPSM. O gráfico da figura 16 realiza a comparação entre os valores de performance dos indicadores e suas importâncias relativas.

Figura 16 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos indicadores, relativos ao município de Paracatu-MG.



Fonte: Elaborada pelo autor.

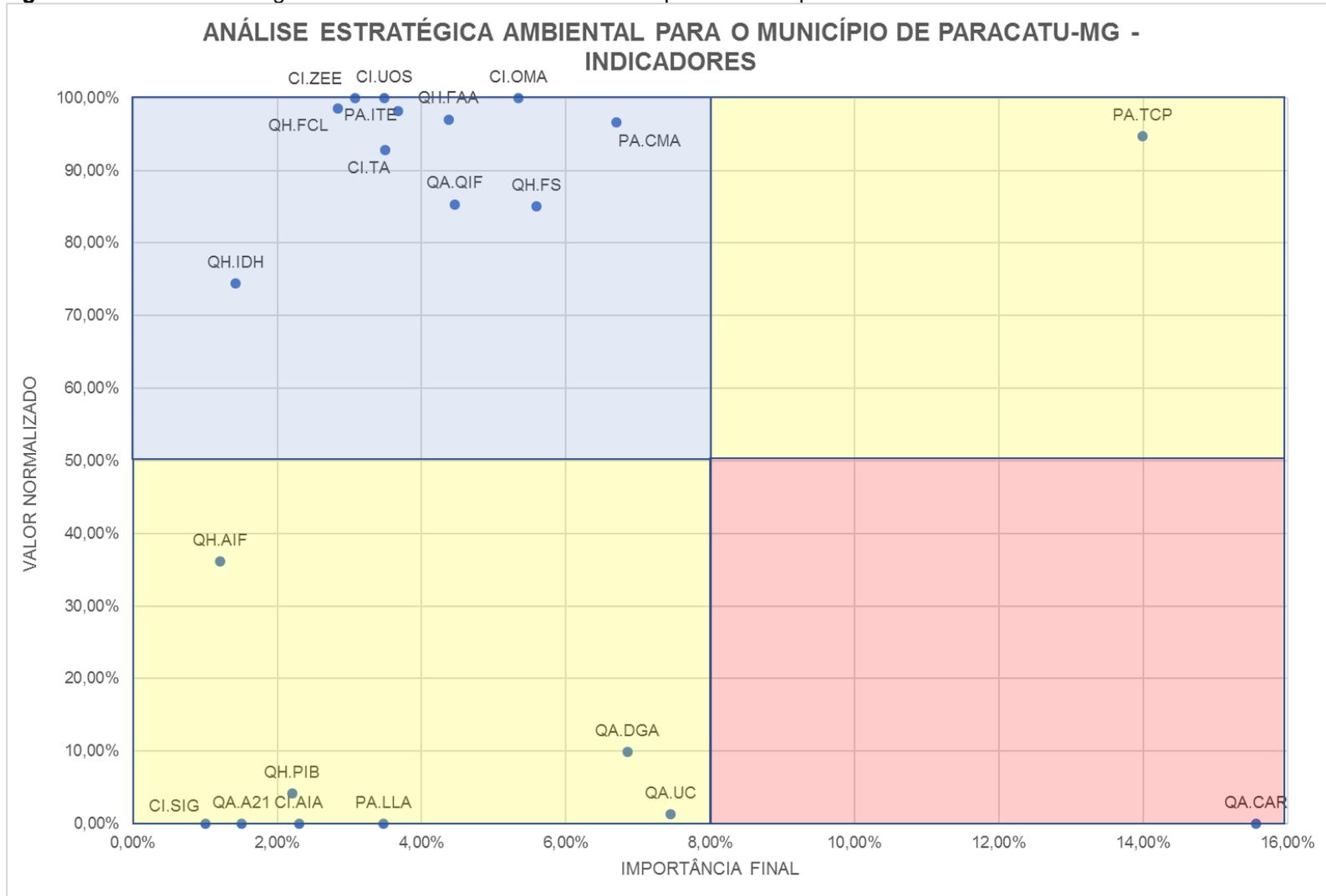
A informação da figura 16 é mais analítica, considerando que compara as porcentagens das performances e as importâncias relativas de cada indicador. O intuito principal dessa análise é verificar quais indicadores foram determinados como importantes para o município, mas que possuem baixo desempenho. No caso do município de Paracatu destacam-se os indicadores de Cadastro Ambiental Rural (QA.CAR), Unidades de Conservação (QA.UC), e Despesas com Gestão Ambiental (QA.DGA), sendo que, todos estão incluídos no índice temático de Qualidade do Sistema Ambiental. O que reforça as discussões anteriores.

A análise dos indicadores (figura 17) ilustra de forma estratégica a situação dos indicadores em relação às prioridades que devem ser atribuídas para a melhoria de seus desempenhos, além de refinar a análise anterior por meio da comparação da diferença das porcentagens de performance e importância relativa.

Essa análise reforça a atenção sobre o indicador de Cadastro Ambiental Rural (CAR), que foi considerado como prioridade frente aos demais indicadores. Em um cenário onde o CAR é adotado para o município de Paracatu-MG, o índice temático de qualidade do sistema ambiental aumentaria em 15,56% sua performance final e consequentemente também no valor do IPSM.

Embora a responsabilidade de prover os meios implementar o CAR seja dos governos estaduais, as prefeituras e suas secretarias são as instituições mais próximas para promover campanhas de registro ao CAR e assumir funções de autorização e fiscalização do desmatamento e das atividades rurais, pois estão em um contato mais próximo com a realidade dos proprietários e posseiros. O município, assim, pode assegurar o planejamento de longo prazo sobre uso e ocupação do solo, estruturação e recuperação de áreas e saber quais são os aspectos prioritários para a sua melhoria do ponto de vista da sustentabilidade (PIRES, 2014).

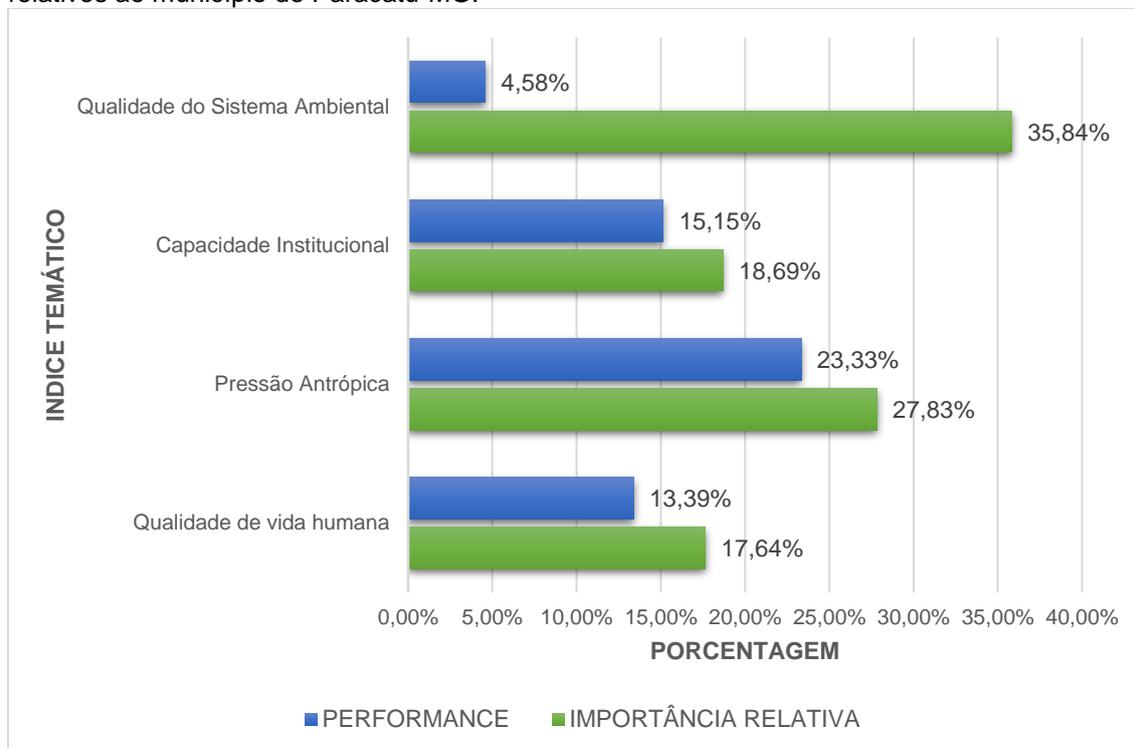
Figura 17 – Análise estratégica ambiental de indicadores do IPSM para o município de Paracatu-MG.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico da figura 18 realiza a comparação entre os valores de performance dos índices temáticos e suas importâncias relativas.

Figura 18 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos índices temáticos, relativos ao município de Paracatu-MG.



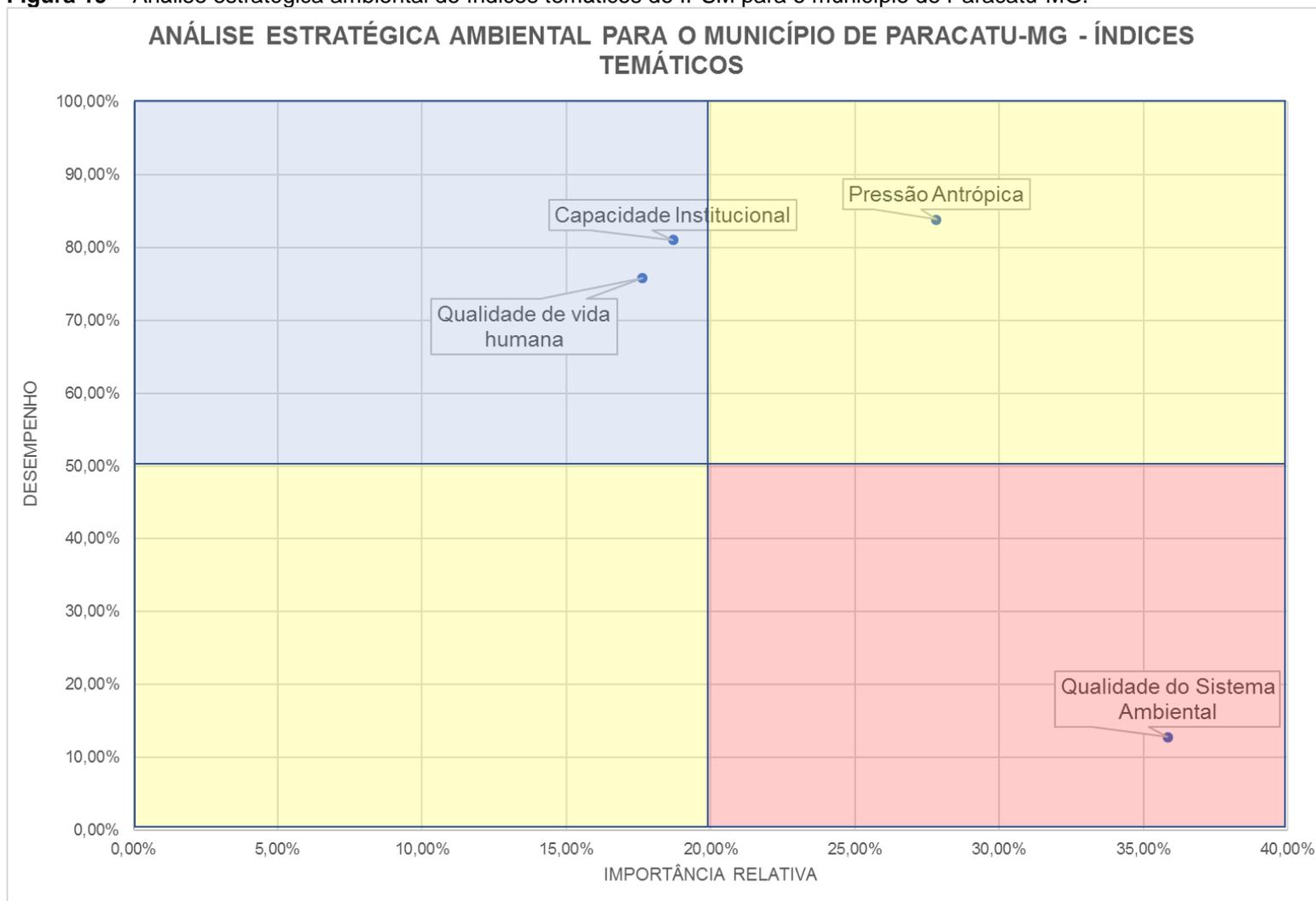
Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise ambiental estratégica dos indicadores (figura 19) também ilustra de forma mais simples a situação dos índices temáticos em relação às prioridades que devem ser atribuídas para a melhoria de seus desempenhos.

Para os índices temáticos em análise, observa-se que a qualidade do sistema ambiental é o que mais apresenta urgência de melhoria de desempenho em comparação aos demais. Além da implementação do CAR, o aumento do gasto com gestão ambiental e de áreas protegidas por unidades de conservação podem ser medidas que auxiliariam o município nesse quesito.

A implementação da Agenda 21 local também poderia auxiliar a prefeitura, órgãos ambientais, setores econômicos e população em ações de melhoria do desempenho do sistema da qualidade ambiental, além de orientar melhor os gastos da gestão pública dessa área.

Figura 19 – Análise estratégica ambiental de índices temáticos do IPSM para o município de Paracatu-MG.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.5 Valor de IPSM para o município do Paracatu-MG

A planilha completa de cálculo do IPSM para o município de Paracatu-MG segue no anexo 2.

O valor de IPSM para o município de Paracatu para o período analisado (entre 2013 e 2016) foi de 56,44% (médio), com grande margem para melhorias no desempenho da sua sustentabilidade.

A aplicação do índice para o município apontou que as melhorias devem acontecer principalmente para indicadores institucionais que se relacionam com a proteção ambiental. Considerando que a economia do município é ligada fortemente a indústrias com grande potencial poluidor, como as de mineração e agropecuária, a atenção para melhorar a performances dos indicadores de qualidade do sistema ambiental pode minimizar os impactos ambientais negativos, principalmente aqueles que provém da expansão agrícola.

Promover ações de regulação dessas atividades e garantir subsídios financeiros para isso são ações que podem ser levadas em consideração na tomada de decisões do poder público para esse município.

A aplicação do formulário de ponderação para o analista selecionado não mostrou grandes problemas. Este mostrou disponibilidade e respondeu em um prazo rápido. Entretanto, pequenos ajustes na atribuição de notas comparativas entre índices temáticos e indicadores tiveram que ser feitos, pois a razão de consistência da metodologia AHP, em algumas planilhas, resultaram pouco acima (até 0,08) do recomendado (0,10). Esses ajustes não alteraram de forma significativa a opinião do entrevistado, apenas realizou um amortecimento das notas para que a lógica dos julgamentos se mantivesse.

Não houve problemas ou dificuldades no acesso aos dados dos indicadores para o município de Paracatu-MG.

Para esse município e para as considerações levantadas, o IPSM mostrou-se aplicável.

3.2 Aplicação do IPSM para o município de Anápolis-GO

Anápolis é um município localizado na mesorregião centro do Estado de Goiás, em uma área de aproximadamente 933km². Sua população estimada para 2016 é de 370.875 habitantes, com uma densidade demográfica de 358,58 hab./km². A economia do município ocupa a 63^o posição no ranking de PIB nacional e 2^o no ranking estadual relaciona-se principalmente com a indústria de alta tecnologia, como a farmacêutica e automotiva, além da indústria de alimentos atacadista (IBGE, 2016).

3.2.1 Preenchimento do Formulário de Ponderação

Para o preenchimento do formulário de ponderação referente ao município de Anápolis-GO, convidou-se uma assessora especial da Coordenação do Agronegócio da Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás e professora titular de mestrado de uma instituição de ensino superior privada. O preenchimento do formulário foi devidamente instruído e as respostas estão dispostas no anexo 3.

3.2.2 Obtenção das importâncias relativas

De acordo com o preenchimento do formulário de ponderação, foram calculadas as importâncias relativas (IR's) dos índices temáticos e indicadores, por meio de análise hierárquica (AHP).

Os valores das IR's para o município de Anápolis-MG, em ordem decrescente, e valore de IF encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 – Importâncias relativas e finais obtidas para índices temáticos e indicadores para o município de Anápolis-MG.

ÍNDICE TEMÁTICO	IR	INDICADOR	IR	IF
Qualidade do Sistema Ambiental	39,54%	Unidades de Conservação	61,95%	24,49%
		Despesas com Gestão Ambiental	17,46%	6,90%
		Agenda 21 local	8,61%	3,41%
		Cadastro Ambiental Rural	8,01%	3,17%
		Queimadas e Incêndios florestais	3,97%	1,57%
Capacidade Institucional	31,68%	Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente	27,38%	8,67%
		Legislação sobre zoneamento ecológico-econômico	27,31%	8,65%
		Legislação sobre uso e ocupação do solo	23,55%	7,46%
		Órgãos municipais de meio ambiente	11,79%	3,73%
		Sistema de Informação Geográfica	5,67%	1,79%
		Taxa de Analfabetismo	4,31%	1,37%
Pressão Antrópica	24,95%	Índice de Tratamento de Esgoto	37,73%	9,41%
		Licenciamento Ambiental	32,17%	8,03%
		Consumo de água per capita	23,72%	5,92%
		Taxa de Crescimento Populacional	6,38%	1,59%
Qualidade de vida humana	3,84%	Produto Interno Bruto <i>per capita</i>	39,75%	1,53%
		Número de acessos de internet fixa <i>per capita</i>	18,33%	0,70%
		Famílias com Coleta de Lixo	16,31%	0,63%
		Famílias com Saneamento	14,24%	0,55%
		Famílias com Abastecimento de Água	8,81%	0,34%
		Índice de Desenvolvimento Humano	2,57%	0,10%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observa-se que as importâncias relativas dos índices temáticos de Pressão Antrópica, Capacidade Institucional e Qualidade do sistema, sendo o valor deste último (39,54%) aproximadamente 10 vezes maior do que a qualidade de vida humana (3,84%), que foi o de menor IR.

Observa-se que a dimensão institucional se mostra mais importante para o município, visto que os indicadores que se destacaram foram os de Unidades de Conservação (QA.UC), Índice de Tratamento de Esgoto (PA.ITE), Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente (CI.AIA) e Legislação sobre zoneamento ecológico-econômico (CI.ZEE) devido às suas importâncias finais, ou seja, em relação ao IPSM do município. Sendo que o QA.UC significativamente superior os demais (15% acima do segundo e 24,39% acima do último).

Todos os indicadores de qualidade de vida humana foram considerados menos importantes para o município.

3.2.3 Obtenção de dados primários e normalização nas escalas de performances

Os dados para os indicadores foram obtidos por meio dos bancos de dados e fontes recomendadas no capítulo 2. Os valores obtidos foram normalizados por meio de interpolação linear para uma escala percentual, de acordo com os valores máximos e mínimos estipulados também pelo capítulo 2.

Para o município de Anápolis-GO, os resultados dos dados primários e performances dos indicadores, em ordem decrescente, seguem na tabela 11.

Tabela 11 – Valores e performance dos indicadores utilizados no IPSM para o município de Anápolis-GO.

ÍNDICE TEMÁTICO	INDICADOR	VALOR	VALOR NORMALIZADO
Qualidade do Sistema Ambiental	Despesas com Gestão Ambiental	7,035%	95,71%
	Queimadas e Incêndios florestais	0,19	83,63%
	Unidades de Conservação	76,45%	76,45%
	Agenda 21 local	Elaboração do Diagnóstico Participativo	60,00%
	Cadastro Ambiental Rural	Não	0,00%
Capacidade Institucional	Órgãos municipais de meio ambiente	Sim	100,00%
	Legislação sobre uso e ocupação do solo	Sim	100,00%
	Taxa de Analfabetismo	5,28%	94,72%
	Sistema de Informação Geográfica	Não	0,00%
	Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente	Não	0,00%
	Legislação sobre zoneamento ecológico-econômico	Não	0,00%
Pressão Antrópica	Licenciamento Ambiental	Sim	100,00%
	Índice de Tratamento de Esgoto	100,00%	100,00%
	Consumo de água per capita	130,3	95,84%
	Taxa de Crescimento Populacional	2,08%	94,41%
Qualidade de Vida Humana	Famílias com Coleta de Lixo	96,88%	96,88%
	Famílias com Abastecimento de Água	84,09%	84,09%
	Índice de Desenvolvimento Humano	0,737	73,70%
	Número de acessos de internet fixa per capita	13.902,83	47,66%
	Famílias com Saneamento	45,40%	45,40%
	Produto Interno Bruto per capita	33.691,62	4,35%

Fonte: Elaborada pelo autor.

A população do município de Anápolis possui bom acesso aos serviços básicos, como água tratada, coleta de lixo e educação básica, estando acima da média nacional em todos eles (respectivamente 77,6%, 79,6% e 9,37% de acordo com dados do Sistema de Informação da Atenção Básica e o DATASUS), porém menos da metade das famílias têm acesso à rede coletora de esgoto (45,40%), apenas 3,5% acima da média nacional (41,9%). Apesar dos avanços do setor na última década, não é o suficiente, pois ainda não há universalização deste serviço no município (MOREIRA, 2014).

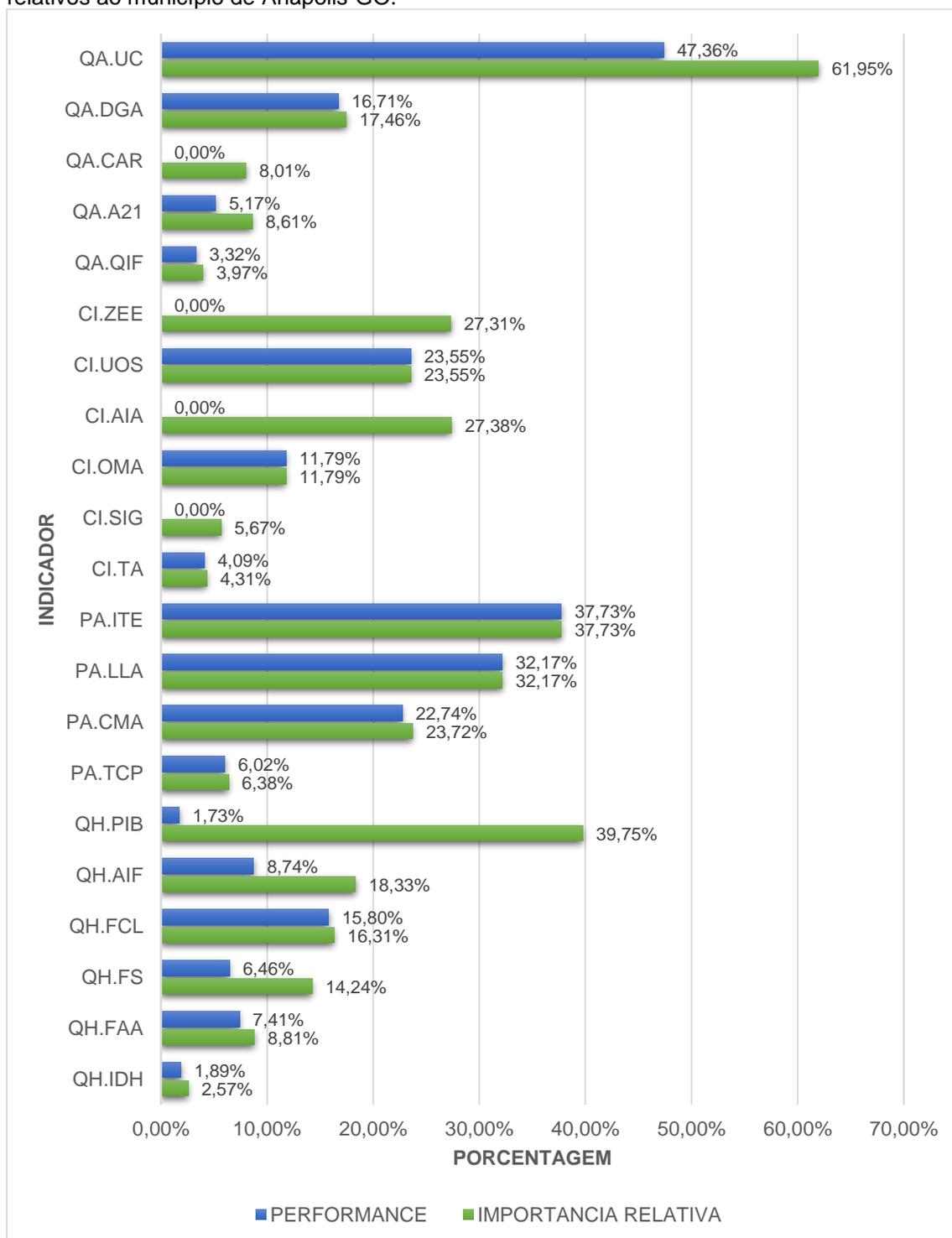
Anápolis aparenta, pelo índice, não possuir problemas significativos na dimensão ambiental, porém o índice de capacidade institucional merece uma maior atenção. O município, por possuir indústrias de alta tecnologia, poderia ter meios mais sofisticados de proteção ambiental, por exemplo, por meio de uma base cartográfica digital para auxiliar nos projetos de instalação e expansão das indústrias do que tange a parte ambiental. Também auxiliaria a elaboração do zoneamento ecológico-econômico, aproveitando que o município já conta com uma legislação sobre uso e ocupação do solo. A articulação intermunicipal seria uma ação importante para facilitar a implementação desses instrumentos citados, por meio de troca de informação e experiências com aqueles municípios que já contam com essa capacidade institucional.

3.2.4 Análise ambiental estratégica dos indicadores e índices temáticos

Conforme instrução de modelagem do IPSM, multiplicou-se o valor das IR's dos indicadores pelos seus respectivos valores normalizados para obter as performances, e também multiplicou-se as IR's dos indicadores pela IR de seus respectivos índices temáticos para obter a importância final de cada indicador (IF).

Para obter o desempenho de cada índice temático, somou-se as performances de seus indicadores. Essas somas foram multiplicadas pelas respectivas IR's dos índices temáticos, obtendo-se a performance dos mesmos. E por fim, somaram-se essas performances para o cálculo final do IPSM. O gráfico da figura 20 realiza a comparação entre os valores de performance dos indicadores e suas importâncias relativas.

Figura 20 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos indicadores, relativos ao município de Anápolis-GO.



Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com a figura 20, no caso do município de Anápolis, destacam-se os indicadores de Produto Interno Bruto (QH.PIB), Articulação Interinstitucional em Meio Ambiente (CI.AIA) e Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico (CI.ZEE).

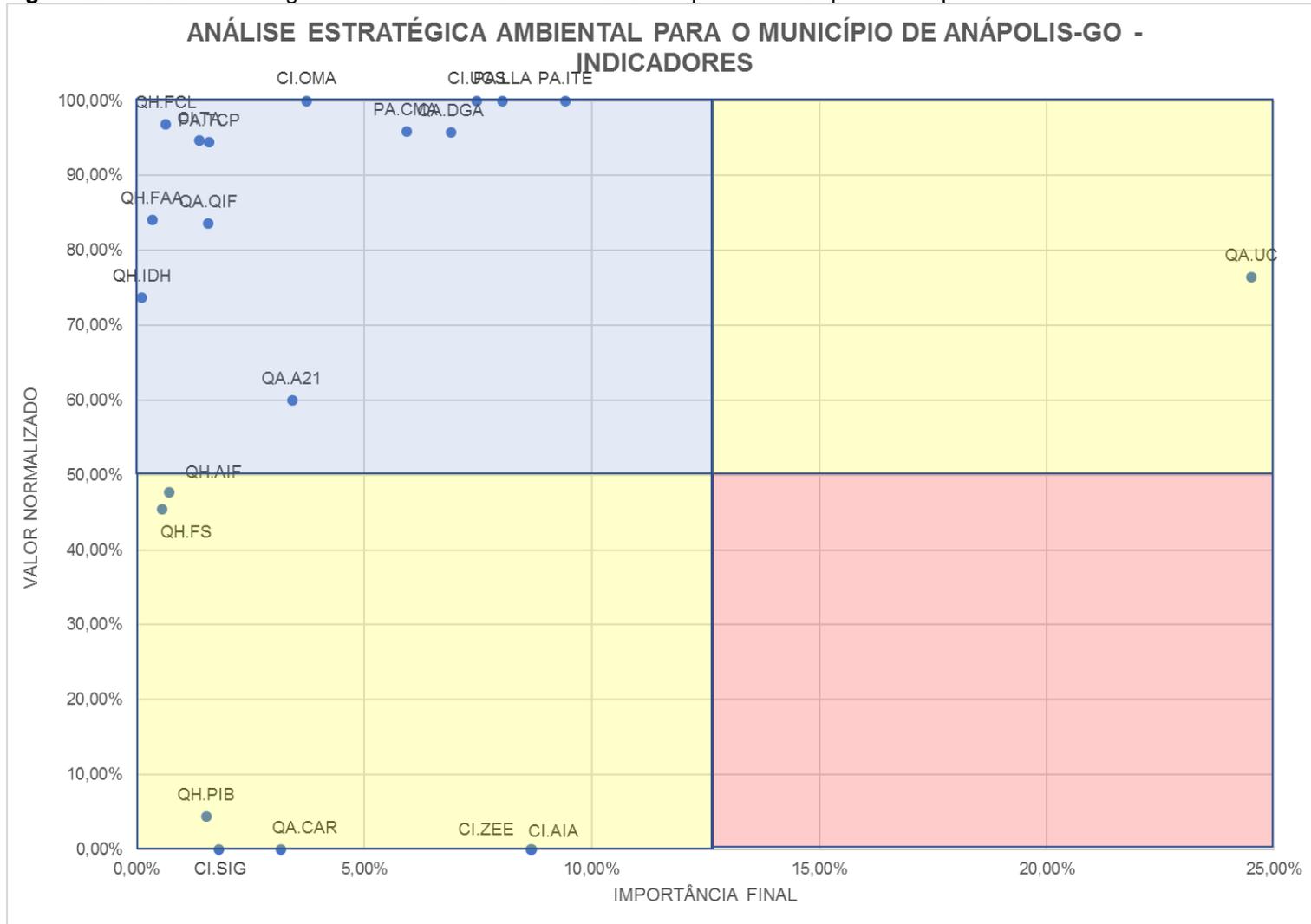
Apesar da análise ambiental estratégica anterior, a da figura 21 não mostrar que algum indicador seja prioridade sobre os demais, há de se considerar que isso apenas ocorre devido à importância do indicador de QA.UC estar consideravelmente acima dos demais. Excluindo esse fato, ainda teríamos como destaque aqueles apontados pela figura 20 (QH.PIB, CI.AIA e CI.ZEE).

Em um cenário onde o QH.PIB seria máximo para o município de Anápolis-GO, o índice temático de qualidade do sistema ambiental aumentaria apenas 1,46% sua performance final e conseqüentemente também no valor do IPSM. Já em um cenário onde o município de Anápolis participasse de consórcios públicos na área de meio ambiente e implementasse legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico o índice temático de capacidade institucional aumentaria em 17,32% e por consequência, também o valor final de IPSM, considerando também que o indicador QA.AIA é ligeiramente superior.

A ação conjunta por meio de articulação interinstitucional horizontal facilita a implementação de comitês de bacias, fundações de meio ambiente, agenda 21 locais, fóruns, estatutos e legislações sobre zoneamento ambiental e uso do solo, pois são possíveis as trocas de experiências e o compartilhamento de modelos (BOEIRA, 2003). Com isso é possível objetivar metas de crescimento econômico, combate à desigualdade social e conservação de recursos naturais. A elaboração de planos de desenvolvimento regional ou até mesmo municipal por meio do planejamento territorial é uma prática interessante, principalmente para municípios como Anápolis, cuja indústria tem por característica o alto nível tecnológico, como as automotivas e farmacêuticas.

A implementação de um zoneamento ecológico-econômico poderia ser um interessante caminho do município para regular as atividades industriais por meio de objetivos estratégicos. Para isso deve haver articulação interinstitucional, planejamento ambiental territorial e subsídio para os problemas sociais. O ZEE nesse contexto serviria como uma forma de conexão entre os produtos gerados e os instrumentos de políticas públicas, com o objetivo de efetivar ações de planejamento ambiental territorial (MMA, 2017).

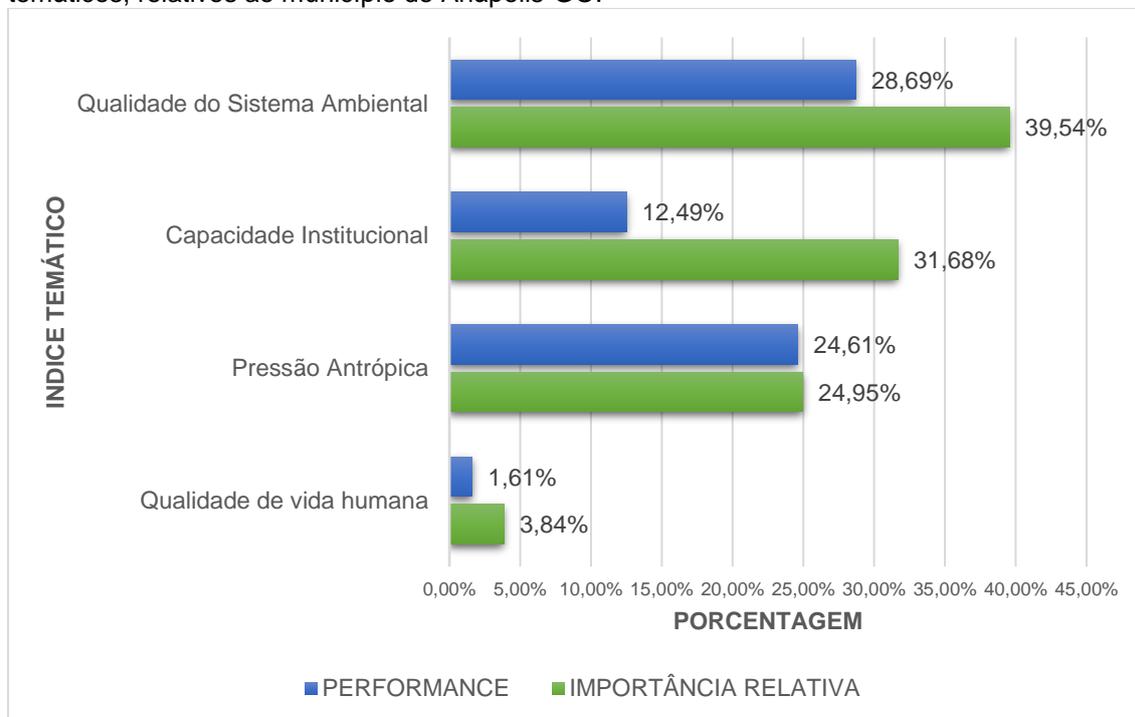
Figura 21 – Análise estratégica ambiental de indicadores do IPSM para o município de Anápolis-MG.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico da figura 22 realiza a comparação entre os valores de performance dos índices temáticos e suas importâncias relativas.

Figura 22 – Gráfico comparativo entre as performances e importância relativa dos índices temáticos, relativos ao município de Anápolis-GO.



Fonte: Elaborada pelo autor.

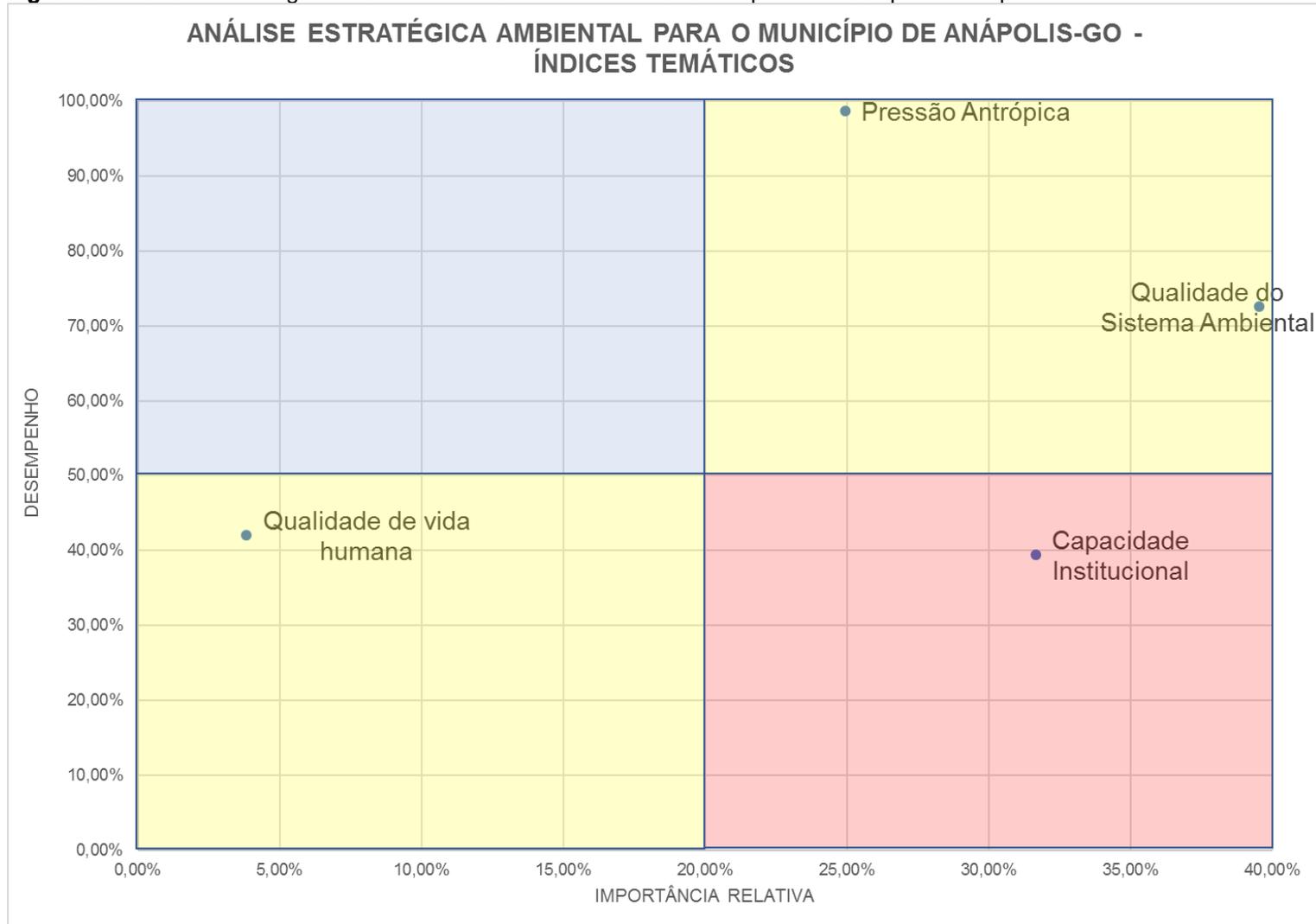
Tanto o gráfico da figura 22, quanto a análise estratégica ambiental da figura 23, apontam que o índice temático de capacidade institucional foi aquele que mostrou maior discrepância entre performance e importância.

É um retrato de muitos municípios ainda estarem despreparados para a descentralização do poder federal ou estadual, principalmente na área ambiental. Apesar das leis ambientais, em geral, se mostrarem modernas, existe um descompasso na sua implementação pelos municípios.

De acordo com Scardua & Bursztyn (2003):

“A capacidade de coordenação dos governos federal e estadual deve ser prevista e necessária, pois, em nível local, os dispositivos de controle social estão nas mãos dos governantes que, muitas vezes, vão no sentido contrário das ações emanadas pela esfera de poder superior. A governabilidade local deve ser contrabalançada por mecanismos de governança que permitam ao sistema diminuir a vulnerabilidade política que é mais premente diante de interesses econômicos, o que poderia ocasionar retrocessos e até distorções na política ambiental local. ”

Figura 23 – Análise estratégica ambiental de índices temáticos do IPSM para o município de Anápolis-GO.



3.2.5 Valor de IPSM para o município do Anápolis-GO

A planilha completa de cálculo do IPSM para o município de Anápolis-GO segue no anexo 4. O valor de IPSM para o município de Anápolis para o período analisado (entre 2013 e 2016) foi de 67,40% (alto).

A aplicação do índice para o município apontou para indicadores institucionais e econômico que se relacionam tanto com a própria capacidade institucional quanto à qualidade de vida humana. Essa análise pode indicar um provável despreparo das instituições públicas frente ao que se é exigido para conciliar os modelos produtivos que ocorre no município com sua capacidade de proteção ambiental. Os impactos ambientais provenientes dos tipos de indústria e das atividades urbanas de um município desse porte (população acima de 300mil habitantes) provavelmente demandam de uma resposta institucional mais moderna e eficaz, assim como a implementação do zoneamento ambiental (ou zoneamento ecológico-econômico) e a participação em consórcios públicos na área ambiental.

Para a cidade de Anápolis, verificou-se que, apesar do indicador QVH.PIB ter sido apontado como maior prioridade pela análise ambiental estratégica, ele não se mostrou significativo para a performance do seu índice temático e por consequência do valor de IPSM. Esse fato chama a atenção para que a análise geral do IPSM para um município não seja apenas por meio de seus números e representações gráficas finais, mas também por meio de possíveis cenários, que demonstrem o quão significativo é um indicador.

A pessoa selecionada para a aplicação do formulário de ponderação mostrou disponibilidade e respondeu em um prazo rápido. Entretanto, houve a necessidade de ajustes na atribuição de notas comparativas entre índices temáticos e indicadores, pois a razão de consistência da metodologia AHP, em algumas planilhas, resultaram acima do recomendado (0,10). Esses ajustes não alteraram de forma significativa o julgamento do entrevistado, mas realizou um amortecimento das notas para que a lógica do modelo se mantivesse.

Não houve problemas ou dificuldades no acesso aos dados dos indicadores para o município de Anápolis-GO.

Para este município, e para as considerações levantadas, o IPSM mostrou-se aplicável.

3.3 Considerações gerais da aplicação do IPSM

Para ponderação dos indicadores, foi preferida que houvesse ação participativa, no caso por um especialista da área ambiental de dentro do município. Esse julgamento pode se estender para outros stakeholders, ampliando a capacidade participativa do índice, inclusive priorizando abordagens bottom-up. O método de AHP tem a intenção de evitar a subjetividade do pesquisador em relação aos aspectos do município em análise. Porém a necessidade de ajustes na atribuição de notas comparativas entre índices temáticos e indicadores, devido às falhas apontadas pela razão de consistência da metodologia AHP ($RC > 0,10$) é um ponto a ser considerado. É papel do pesquisador garantir que a lógica dos julgamentos seja bem compreendida para que haja consistência neste.

Podem ser feitas melhorias do modelo lógico da planilha eletrônica, de modo que ela aponte erro de preenchimento e alerte o usuário sobre o preenchimento correto. Outra medida também poderia ser o envio de formulário de ponderação para mais especialistas, e assim, podendo descartar aqueles que não foram consistentes.

O índice foi capaz de mostrar diferenças relativamente significativas entre a performance de sustentabilidade de Paracatu-MG e Anápolis-GO, correspondendo justamente às diferenças demográficas, sociais, ambientais, institucionais e econômicas. Paracatu sendo uma cidade de menor porte, com perfil industrial minerador e agropecuário, cujo potencial poluidor é alto e incorpora mais mão de obra menos qualificada, e Anápolis que possui uma população quase 4 vezes maior do que Paracatu, com perfil industrial farmacêutico e automotivo, que necessita de mais mão de obra qualificada. Essas diferenças são determinantes na atribuição de importância para os indicadores e índices temáticos, pois evitam uma avaliação padronizada e conseqüentemente injusta.

Além disso, essa comparação reforça a intenção do IPSM em realizar uma comparação de um mesmo município com o passar do tempo, para verificar as tendências das performances e assim diagnosticar sobre quais os possíveis maiores problemas do município em relação à sustentabilidade. As diferenças entre Paracatu e Anápolis tornaria injusto uma conclusão relacionada a comparação de seus resultados, pois, as possíveis ações de melhoria, para os piores indicadores, provavelmente não surtiriam o mesmo efeito em ambos os municípios, devido à importância relativa de cada indicador.

Um exemplo dessa situação seria a implantação do Cadastro Ambiental Rural, que não foi registrado para ambos os municípios. Então, em um cenário onde houvesse a sua implantação, o valor de IPSM para Paracatu melhoraria 15,56% e para o município de Anápolis apenas 3,17%, e apenas por esse fator, Paracatu teria uma performance melhor (72,00%) do que Anápolis (70,57%).

Comparar um índice entre municípios pode fazer com que, as ações de melhoria dos indicadores ruins, não leve em consideração a sua aplicabilidade às características do município. Além disso, não faz sentido municípios com grandes diferenças demográficas, socioeconômicas e ambientais compararem seus valores, assim como não se compara um grande polo industrial e econômico brasileiro como São Paulo-SP com qualquer cidade de pequeno porte do sertão brasileiro, visto que a sustentabilidade de cada um deles está ligada a fatores completamente diferentes e as suas capacidades institucionais não conferem o mesmo potencial de melhoria dos indicadores de menor performance.

A grande maioria dos indicadores possui atualização anual, mas alguns precisam ser estimados para o ano que se analisa, pois são coletados apenas junto ao censo demográfico, que é realizado a cada 10 anos. A recomendação é que o IPSM seja aplicado a cada 2 anos, pois, até mesmo o MUNIC não se mostrou regular desde sua implementação, sendo atualizado anualmente e em algumas vezes a cada dois anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das metodologias comumente utilizadas para avaliação da sustentabilidade dos municípios brasileiros (painel e barômetro da sustentabilidade, e pegada ecológica), permitiu que a criação do IPSM agregasse as qualidades, preenchesse as lacunas e evitasse os erros dos mesmos.

O IPSM é uma metodologia que busca contribuir com os municípios brasileiros sob a perspectiva da sustentabilidade, sistematizando indicadores; atribuindo valores de performances de qualidade de vida humana e do sistema ambiental, capacidade institucional e da pressão antrópica; e apontando setores prioritários que devem ser melhorados.

Para isso, o índice conta com a ponderação de importância dos indicadores de acordo com as características de cada município. Sendo que, esses indicadores são acessíveis em banco de dados públicos, que contém as informações de todos os municípios, independentemente do seu porte. A adoção da metodologia de análise hierárquica (AHP) permite com que especialistas e gestores dos participem da análise do município onde atuam, tornando mais justo essa ponderação da importância dos índices e indicadores.

Buscou-se com a metodologia diminuir a subjetividade e a igualdade dos fatores que interferem em uma avaliação de sustentabilidade, por meio de procedimentos relativamente simples.

O teste realizado para dois municípios com características demográficas, socioeconômicas e ambientais, veio exemplificar a aplicação do IPSM, por meio de como as análises que se originam do método podem ser úteis para identificar os indicadores de sustentabilidade que precisam melhorar, e qual seria o resultado dessa melhoria no valor do índice final.

A utilização do IPSM possibilita aos gestores públicos a utilização de uma ferramenta de avaliação justa e que identifica os *hotspots* da sustentabilidade municipal que devem ser melhor trabalhados. Sendo uma avaliação temporal, existe a possibilidade de analisar se um indicador ruim já tende a melhorar com as ações em execução ou se algum programa instalado após a primeira avaliação está dando resultados. Também pode identificar aqueles indicadores que possuíam um bom resultado estão piorando, o que possibilita um diagnóstico sobre as causas e a implementação de medidas para correção ou minimização dos efeitos negativos.

REFERÊNCIAS

ADLER, Frederick R.; TANNER, Colby J. **Urban ecosystems: ecological principles for the built environment**. Cambridge University Press, 2013.

BIAGE, Milton. RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE DA CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS. **Revista Economia Ensaios**, v. 27, n. 1, 2013.

BIANCO, Guilherme Luiz. Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da análise multicritério. 2016.

BOEIRA, Sérgio Luís. Política & gestão ambiental no Brasil: da Rio-92 ao estatuto da cidade. **Revista Alcance**, v. 10, n. 3 (Set-Dez), p. 525-558, 2003.

BOSSEL, Hartmut. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications**. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1999.

BRAGA, Tania Moreira et al. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia**, v. 14, n. 3, 2009.

BRASIL, Congresso, Câmara dos Deputados. Agenda 21. **Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações**, 1995.

BURSZTYN, Marcel; DRUMMOND, José Augusto. Desenvolvimento sustentável: uma ideia com linhagem e legado. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, p. 11-15, 2009.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Agenda 21. **Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações**, 1995.

CERVI, Jaison Luís; CARVALHO, PGM. A Pegada Ecológica: breve panorama do estado das artes do indicador de sustentabilidade no Brasil. **7o. Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza**, 2007.

CIDIN, Renata da Costa Pereira Jannes; SILVA, Ricardo Siloto. Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. **Estudos Geográficos, Rio Claro**, v. 2, n. 1, p. 113-13, 2004.

CINDIN, R.P.J. & SILVA, R.S. Pegada Ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. **Estudos Geográficos, Rio Claro**, 2(1):43-52, junho – 2004 (ISSN 1678-698X).

DA SILVA PEREIRA, Marlos; SAUER, Leandro; FAGUNDES, Mayra Batista Bitencourt. Mensurando a sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 2, 2016.

DA SILVA, Andresa Lourenço. Breve discussão sobre o conceito de cidade média. **Geingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 5, n. 1, p. 58-76, 2013.

DE ALCÂNTARA LAUDARES, Sarita Soraia; DA SILVA, Kmila Gomes; BORGES, Luís Antônio Coimbra. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, 2014.

DE ANDRADE, Manoel Pereira; SANTO LADANZA, Enaile do Espírito. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES E DESAFIOS. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 5, n. 1, 2016.

DE ASSIS FERREIRA, Simone et al. Impacto do ICMS ecológico nos investimentos em saneamento e gestão ambiental: análise dos municípios do estado do Rio de Janeiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, 2015.

DE VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa; DE OLIVEIRA ANDRADE, Elisabeth; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E SUAS INFLUÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO LOCAL: UMA APLICAÇÃO EM REGIÃO PRODUTORA DE MAMONA NO ESTADO DA BAHIA 10.5773/rgsa. v3i1. 120. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 105-120, 2009.

DONHA, Annelissa G.; SOUZA, LC de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 10, n. 1, p. 175-181, 2006.

FONSECA, Carolina Antony Gomes de Matos et al. Índice de sustentabilidade municipal: um instrumento de avaliação da qualidade de vida nos municípios brasileiros. 2011.

GALLOPIN, Gilberto Carlos. Indicators and their use: information for decision-making. **Scope-Scientific Committee on Problems of the Environment International Council of Scientific Unions**, v. 58, p. 13-27, 1997.

GRAY, Rob; MILNE, Markus. Towards reporting on the triple bottom line: mirages, methods and myths. **The triple bottom line: Does it all add up**, p. 70-80, 2004.

GRIGIO, Alfredo Marcelo. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da Indústria**

Petrolífera. 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

INDICATORS, OECD Environmental. Development Measurement and Use. **Reference paper**, 2003. Disponível em <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf> Acessado em 14/03/2017

KLIGERMAN, Débora Cynamon et al. Sistemas de indicadores de saúde e ambiente em instituições de saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, p. 199-211, 2007.

KRONEMBERGER, Denise Maria Penna et al. Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza, Uberlândia. Sociedade & Natureza, Uberlândia**, 2008.

LEME, Taciana Neto. Os municípios e a política nacional do meio ambiente. **Planejamento e políticas públicas**, v. 2, n. 35, 2011.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua et al. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 3, n. 1, 2008.

LOURENÇO, Maria Salvelina Marques; DE OLIVEIRA CABRAL, José Ednilson. APICULTURA E SUSTENTABILIDADE: VISÃO DOS APICULTORES DE SOBRAL (CE)/BEEKEEPING AND SUSTAINABILITY: THE CONCEPT OF BEEKEEPERS IN SOBRAL, BRAZIL. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 93, 2016.

Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Paris: OCDE, 2005.

MARINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais—um estudo de caso. **XLI SBPO**, v. 1, 2009.

MOREIRA, Paula Patricia Tavares. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DA INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE ANÁPOLIS, ESTADO DE GOIÁS.

MORETTO, Cleide Fátima; SCHONS, Marcos Antonio. Pobreza e meio ambiente: evidências da relação entre Indicadores sociais e indicadores ambientais nos

estados brasileiros. **ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, FORTALEZA**, v. 7, 2007.

NASCIMENTO, Vanessa Marcela et al. INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS E SEUS IMPACTOS PARA A SUSTENTABILIDADE. **A Economia em Revista-AERE**, v. 22, n. 2, p. 113-124, 2015.

PEREIRA, LILIANE APARECIDA PELLEGRINI. A (IN) SUSTENTÁVEL LEVEZA DA DISPONIBILIDADE: um estudo da comunicação por telefone celular.

PIRES, Mauro. O CAR e os municípios, 2014. Disponível em:<<http://www.observatorioflorestal.org.br/opinia/o-car-e-os-municipios/>> Acessado em: 28/06/2017.

PRESCOTT-ALLEN, Robert. Barometer of sustainability; a method of assessing progress toward sustainable societies. 1995.

PRESCOTT-ALLEN, Robert. **Barometer of Sustainability: Measuring and communicating wellbeing and sustainable development**. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1997.

RABELO, Laudemira Silva; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro Sales. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. 2007.

REES, William; WACKERNAGEL, Mathis. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable—and why they are a key to sustainability. **Environmental impact assessment review**, v. 16, n. 4-6, p. 223-248, 1996.

SALOMON, Valério P.; MONTEVECHI, José AB; PAMPLONA, Edson O. Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 19, 1999.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil. **São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, 2008.

SANTOS, Ana Luiza Avelar. LICENCIAMENTO AMBIENTAL: IMPORTÂNCIA, CONTEXTO NA SOCIEDADE E SUAS PRINCIPAIS LICENÇAS. **REVISTA ACADÊMICA FEOL**, v. 1, n. 2, p. 89-100, 2015.

SCARDUA, Fernando Paiva; BURSZTYN, Maria Augusta Almeida. Descentralização da política ambiental no Brasil. **Sociedade e Estado**, v. 18, n. 1-2, p. 291-314, 2003.

SCARPIN, Jorge Eduardo; SLOMSKI, Valmor. Estudo dos fatores condicionantes do índice de desenvolvimento humano nos municípios do estado do Paraná:

instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. **Revista de Administração Pública**, v. 41, n. 5, p. 909-933, 2007.

SIENA, Osmar. Método para avaliar desenvolvimento sustentável: técnicas para escolha e ponderação de aspectos e dimensões. **Revista Produção**, v. 18, n. 2, 2008.

SILVA, Geovany; ROMERO, Marta. Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. **EURE (Santiago)**, v. 41, n. 122, p. 209-237, 2015.

STIGLITZ, Joseph E. et al. Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress. **Paris: Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**, 2010.

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective. **Ecological economics**, v. 20, n. 1, p. 3-24, 1997.

VAN BELLEN, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos eBAPE. Br**, v. 2, n. 1, p. 01-14, 2004.

VAN BELLEN, Hans Michel. Desenvolvimento sustentável: diferentes abordagens conceituais e práticas. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ed. Rio de Janeiro: FGV**, 2006.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1

Formulário de ponderação entre índices temáticos preenchido para o município de Paracatu-MG.

1 - Qual aspecto mais influencia na sustentabilidade no seu município? E qual importância?																		
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pressão Antrópica
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Capacidade Institucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de qualidade de vida humana preenchido para o município de Paracatu-MG.

Qual indicador mais influencia na qualidade de vida no seu município? E qual importância?																		
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Abastecimento de água
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à saneamento
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB <i>per capita</i>
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à saneamento
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB <i>per capita</i>
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB <i>per capita</i>
Acesso à coleta de lixo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Acesso à coleta de lixo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB <i>per capita</i>
Acesso à internet fixa	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB <i>per capita</i>

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de pressão antrópica preenchido para o município de Paracatu-MG.

Qual indicador mais influencia na pressão antrópica do município? E qual importância?																		
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Consumo de água por habitante
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Licenciamento Ambiental
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto
Consumo de água por habitante	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Licenciamento Ambiental
Consumo de água por habitante	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto
Licenciamento Ambiental	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto

Fonte: Acervo próprio.

ANEXO 1

Formulário de ponderação entre indicadores de capacidade institucional preenchido para o município de Paracatu-MG.

Qual indicador mais influencia na capacidade institucional no seu município? E qual importância?																		
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sistema de Informação Geográfica
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Órgãos de Meio Ambiente
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Órgãos de Meio Ambiente
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Articulação interinstitucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Articulação interinstitucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Uso e ocupação do solo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de qualidade do sistema ambiental preenchido para o município de Paracatu-MG.

Qual indicador mais influencia na qualidade ambiental no seu município? E qual importância?																		
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Agenda 21
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cadastro Ambiental Rural
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cadastro Ambiental Rural
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Cadastro Ambiental Rural	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Cadastro Ambiental Rural	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Despesas com Gestão Ambiental	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação

Fonte: Acervo próprio.

ANEXO 2

Planilha completa de cálculo de IPSM para o município de Paracatu-MG

PARACATU-MG								IPSM
	INDICADOR				ÍNDICE TEMÁTICO			
	IMPORTANCIA RELATIVA	VALOR NORMALIZADO	PERFORMANCE	IMPORTÂNCIA FINAL	DESEMPENHO	IMPORTÂNCIA RELATIVA	PERFORMANCE	
QH.IDH	8,04%	74,40%	5,98%	1,42%	75,88%	17,64%	13,39%	
QH.FAA	24,81%	97,03%	24,08%	4,38%				
QH.FS	31,68%	85,07%	26,95%	5,59%				
QH.FCL	16,10%	98,54%	15,87%	2,84%				
QH.AIF	6,85%	36,17%	2,48%	1,21%				
QH.PIB	12,52%	4,20%	0,53%	2,21%	83,83%	27,83%	23,33%	
PA.TCP	50,28%	94,74%	47,63%	13,99%				
PA.CMA	24,06%	96,60%	23,25%	6,70%				
PA.LLA	12,47%	0,00%	0,00%	3,47%				
PA.ITE	13,19%	98,22%	12,95%	3,67%	81,03%	18,69%	15,15%	
CI.TA	18,70%	92,85%	17,36%	3,49%				
CI.SIG	5,34%	0,00%	0,00%	1,00%				
CI.OMA	28,59%	100,00%	28,59%	5,34%				
CI.AIA	12,29%	0,00%	0,00%	2,30%				
CI.UOS	18,65%	100,00%	18,65%	3,49%				
CI.ZEE	16,43%	100,00%	16,43%	3,07%	12,77%	35,84%	4,58%	
QA.QIF	12,43%	85,34%	10,61%	4,46%				
QA.A21	4,19%	0,00%	0,00%	1,50%				
QA.CAR	43,43%	0,00%	0,00%	15,57%				
QA.DGA	19,14%	9,90%	1,89%	6,86%				
QA.UC	20,80%	1,29%	0,27%	7,46%	56,44%			

Fonte: Elaborada pelo autor.

ANEXO 3

Formulário de ponderação entre índices temáticos preenchido para o município de Anápolis-GO.

Qual aspecto mais influencia na sustentabilidade no seu município? E qual importância?																		
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pressão Antrópica
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Qualidade de Vida Humana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Capacidade Institucional
Pressão Antrópica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental
Capacidade Institucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade do Sistema Ambiental

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de qualidade de vida humana preenchido para o município de Anápolis-GO.

Qual questão mais influencia na qualidade de vida no seu município? Em qual importância?																		
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Abastecimento de água
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à saneamento
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Índice de Desenvolvimento Humano	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB per capita
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à saneamento
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Abastecimento de água	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB per capita
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à coleta de lixo
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Acesso à saneamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB per capita
Acesso à coleta de lixo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acesso à internet fixa
Acesso à coleta de lixo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB per capita
Acesso à internet fixa	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PIB per capita

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de pressão antrópica preenchido para o município de Anápolis-GO.

Qual questão mais influencia na pressão antrópica do município? E qual importância?																		
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Consumo de água por habitante
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Licenciamento Ambiental
Taxa de crescimento populacional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto
Consumo de água por habitante	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Licenciamento Ambiental
Consumo de água por habitante	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto
Licenciamento Ambiental	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Índice de Tratamento de Esgoto

Fonte: Acervo próprio.

ANEXO 3

Formulário de ponderação entre indicadores de capacidade institucional preenchido para o município de Anápolis-GO.

Qual questão mais influencia na capacidade institucional no seu município? E qual importância?																		
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sistema de Informação Geográfica
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Órgãos de Meio Ambiente
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Taxa de Alfabetização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Órgãos de Meio Ambiente
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Sistema de Informação Geográfica	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Articulação interinstitucional
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Órgãos de Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Articulação interinstitucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação do solo
Articulação interinstitucional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental
Uso e ocupação do solo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Zoneamento ambiental

Fonte: Acervo próprio.

Formulário de ponderação entre indicadores de qualidade do sistema ambiental preenchido para o município de Anápolis-GO..

Qual questão mais influencia na qualidade ambiental no seu município? E qual importância?																		
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Agenda 21
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cadastro Ambiental Rural
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Queimadas e Incêndios Florestais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cadastro Ambiental Rural
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Agenda 21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Cadastro Ambiental Rural	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Despesas com Gestão Ambiental
Cadastro Ambiental Rural	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação
Despesas com Gestão Ambiental	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Unidades de Conservação

Fonte: Acervo próprio.

ANEXO 4

Planilha completa de cálculo de IPSM para o município de Anápolis-GO.

ANÁPOLIS-GO								IPSM
	INDICADOR				ÍNDICE TEMÁTICO			
	IMPORTANCIA RELATIVA	VALOR NORMALIZADO	PERFORMANCE	IMPORTÂNCIA FINAL	DESEMPENHO	IMPORTÂNCIA RELATIVA	PERFORMANCE	
QH.IDH	2,57%	73,70%	1,89%	0,10%	42,03%	3,84%	1,61%	67,40%
QH.FAA	8,81%	84,09%	7,41%	0,34%				
QH.FS	14,24%	45,40%	6,46%	0,55%				
QH.FCL	16,31%	96,88%	15,80%	0,63%				
QH.AIF	18,33%	47,66%	8,74%	0,70%				
QH.PIB	39,75%	4,35%	1,73%	1,53%				
PA.TCP	6,38%	94,41%	6,02%	1,59%	98,66%	24,95%	24,61%	
PA.CMA	23,72%	95,84%	22,74%	5,92%				
PA.LLA	32,17%	100,00%	32,17%	8,03%				
PA.ITE	37,73%	100,00%	37,73%	9,41%				
CI.TA	4,31%	94,72%	4,09%	1,37%	39,42%	31,68%	12,49%	
CI.SIG	5,67%	0,00%	0,00%	1,79%				
CI.OMA	11,79%	100,00%	11,79%	3,73%				
CI.AIA	27,38%	0,00%	0,00%	8,67%				
CI.UOS	23,55%	100,00%	23,55%	7,46%				
CI.ZEE	27,31%	0,00%	0,00%	8,65%				
QA.QIF	3,97%	83,63%	3,32%	1,57%	72,56%	39,54%	28,69%	
QA.A21	8,61%	60,00%	5,17%	3,41%				
QA.CAR	8,01%	0,00%	0,00%	3,17%				
QA.DGA	17,46%	95,71%	16,71%	6,90%				
QA.UC	61,95%	76,45%	47,36%	24,49%				

Fonte: Elaborada pelo autor.