

Análise Decisória Multicritério na Avaliação da Sustentabilidade dos Municípios de Santa Catarina

Jonas Fernando Petry¹

Givanildo Silva²

Thais Marly Sell³

Marcia Zanievich da Silva, Dra.⁴

Nelson Hein, Dr.⁵

RESUMO

O estudo tem como foco a avaliação e a mensuração do grau de sustentabilidade ambiental dos municípios do estado de Santa Catarina, por meio de uma análise baseada no Apoio Multicritério à Decisão (AMD). Seu objetivo concentra-se em medir o desempenho ambiental de municípios catarinenses, permitindo identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis dentro de um contexto geográfico. Para isso, baseia-se nas possibilidades contidas nos métodos de Apoio Multicritério: *Displaced Ideal* e *TOPSIS* (Escola Americana). A pesquisa é caracterizada, em relação aos seus objetivos como descritiva, visto que visa a ranquear os municípios catarinenses. Os resultados obtidos mostram que as Receitas Transferências Intergovernamentais da União e do Estado exercem papel importantíssimo sobre os demais indicadores e dimensões. A avaliação da sustentabilidade dos municípios é um imenso sistema interligado que reclama eficiência do uso dos recursos implicar eficácia da sustentabilidade. O conjunto de indicadores requer esforço e é a base racional eficaz para direcionar políticas públicas.

Palavras-chaves: Análise Multicritério; Sustentabilidade; Teoria da Decisão; Meio Ambiente; ranqueamento dos municípios de Santa Catarina.

ABSTRACT

The study is focused on the evaluation and measurement of the degree of environmental sustainability of cities in the state of Santa Catarina for an analysis based on Multicriteria Decision Aid (MDA). Its goal is to measure the environmental performance of cities in Santa Catarina, to identify and compare cities which can be considered sustainable or unsustainable in the geographical context. It is based on the possibilities contained in the methods of Multicriteria: *Displaced Ideal* and *Topsis* (American School). The research is characterized in relation to their goals as descriptive, since it aims to classify the municipalities of Santa Catarina. The results shows that Revenue Intergovernmental Transfers of the Union and the states play an important role on the other indicators and dimensions. Assessing the sustainability of cities is a huge, interconnected, system claiming, efficient use of resources which implies effectiveness sustainability. The set of indicators requires effort and is the basis of a rational, effective way to direct public policy.

Keywords: Multicriteria Analysis, Sustainability, Decision Theory, Environment, Ranking the municipalities of Santa Catarina.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração – Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau, SC – Bolsista do Programa RH-Doutorado – FAPEAM – e-mail jfpetry@al.furb.br

² Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração – Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau, SC – e-mail prof.giva@gmail.com

³ Bolsista de Iniciação Tecnológica – Centro de Ciências Tecnológicas – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau, SC – e-mail thais.sell@hotmail.com

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração – Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau, SC – e-mail marciaza@gmail.com

⁵ Departamento de Matemática – Centro de Ciências Exatas e Naturais – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau, SC – e-mail hein@furb.br.

1 INTRODUÇÃO

O conceito desenvolvimento sustentável adotado na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo em 1972. Ganhou notoriedade em decorrência da publicação do Relatório Brundtland (BRUNDTLAND, 1987), lançado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU em 1987. Desde sua publicação inúmeros estudos foram realizados com o intuito de estabelecer uma definição para desenvolvimento sustentável (JUWANA; MUTTIL; PERERA, 2012).

No estudo, assume-se a definição estabelecida por Brundtland (1987), que conceitua desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. Além da preocupação com a definição de desenvolvimento sustentável, nas últimas décadas têm havido esforços para desenvolver ferramentas que possibilitem medir a sustentabilidade, como por exemplo: o desenvolvimento de ferramentas de avaliação com base em indicadores de sustentabilidade a partir de índices (HARDING, 2006; BINDER; SCHMID; STEINBERGER, 2012).

Ao se projetar indicadores de sustentabilidade surgem aspectos relevantes, como o caso da diversidade inerente às características geográficas, às diferenças econômicas, sociais, e de meio ambiente que contribuem para fortalecer as diversidades existentes entre cada contexto. Tais contextos podem ser direcionados para diferentes olhares como no caso de indicadores de sustentabilidade global, nacional, regional e municipal.

Dentre as várias perspectivas territoriais de projeção dos indicadores de sustentabilidade, sua utilização na esfera municipal é relevante e contribui para o estímulo ao debate sobre o tema e a geração de melhorias nas regiões que apresentam acentuadas diferenças.

Sob esse entendimento, justifica-se a avaliação de níveis de sustentabilidade entre cidades que envolve diversas alternativas analisadas segundo multiatributos. É nesse âmbito que o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) pode ser utilizado como uma ferramenta no auxílio à tomada de decisão (SILVÉRIO et al., 2007). De acordo com Gomes et al. (2009) o AMD é um enfoque utilizado como elemento central da análise de decisões, como tal incorpora informações sobre o problema, tendo como característica principal a análise de várias alternativas ou ações sob vários pontos de vista. Para fazer essa análise, os decisores frequentemente comparam alternativas presentes no processo decisório.

Entende-se que a tomada de decisão é uma atividade complexa, embora seu processo ocorra de forma quase despercebida, que envolve possíveis alternativas de ação, pontos de vista e formas específicas de avaliação, ou seja, considera múltiplos fatores (KAHNEMAN, 2012) e sua importância, impactos e resultados.

Hendriksen e Van Breda (1999) e Iudícibus (2004) afirmam que o processo de decisão está relacionado com o *background* do usuário da informação, tendo em vista que é preciso conhecer suficientemente bem sobre algo para entender e interpretar as mudanças ocorridas em razão do processo gerencial de maneira a subsidiar o processo decisório. Nessa direção, o método *Displaced Ideal*, desenvolvido por Zeleny (1982), é um método que cria entre os elementos em análise um elemento ideal, ou seja, que serve de referência aos demais. Este elemento ideal é criado tomando as melhores características encontradas para cada um dos elementos e, a partir desse, faz o cálculo das distâncias de cada um dos casos ao ponto ideal usando alguma métrica. De acordo com Krespi (2012), há uma série de variações do mesmo, sendo a variação mais conhecida o algoritmo *Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

Sendo o *Displaced Ideal* uma metodologia em que o ideal não é algo preestabelecido e sim o melhor disponível em um certo contexto, então é provável que ele possa ser utilizado para medir, comparativamente, o desempenho ambiental de uma região demográfica, no caso

municípios, tendo como parâmetro as melhores práticas existentes. Nessa direção, o estudo tem por objetivo medir o desempenho ambiental dos municípios catarinenses, permitindo identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis dentro de um contexto geográfico. Para isso, baseia-se nas possibilidades contidas nos métodos de Apoio Multicritério: Análise Hierárquica de Processos e *Displaced Ideal* (Escola Americana), Entropia (Escola Holandesa), Método *Promethe* e *Electre* (Escola Francesa). Os objetivos específicos direcionam para (a) medir o desempenho de sustentabilidade ambiental dos municípios catarinenses usando o método da (i) *Displaced Ideal* e (ii) TOPSIS; (b) comparar os rankings formados; (c) verificar diferenças e desequilíbrios entre graus de sustentabilidade entre municípios e regiões.

Na área ambiental, essas características tornam-se desafiadoras devido ao fato de que as questões ambientais são complexas e envolvem muitas variáveis, dimensões, critérios e alternativas de decisão, principalmente se estiverem relacionadas à perspectiva da sustentabilidade ambiental. Soma-se a isso os aspectos relacionados à complexidade de cada um dos indicadores, variáveis e dimensões/categorias envolvidas neste cenário, bem como, a multiplicidade de possibilidades de inter-relações entre os indicadores que porventura sejam considerados; a falta de bancos de dados fidedignos e a escolha do indicador a ser utilizado. Além disso, existem percepções diferenciadas entre os vários atores sociais e institucionais envolvidos que são reflexos de valores culturais, econômicos, políticos, institucionais a respeito de tais indicadores e sua relação em um processo de desenvolvimento sustentável, conforme defendem Van Bellen (2006) e Martins e Cândido (2008).

Para o estudo foram escolhidas quatro dimensões e dezoito indicadores (critérios) para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios catarinenses. A justificativa da escolha de cada indicador e de cada dimensão está pautada nos estudos realizados por Sepúlveda (2005), Waquil et al. (2005), Martins e Cândido (2008), Vasconcelos et al. (2011), Carvalho et al. (2011) que avaliaram a sustentabilidade ambiental em contextos geográficos (municípios e territórios rurais), a partir do uso de indicadores envolvendo várias dimensões/categorias: **(D1) Dimensão Social e Demográfica:** taxa de alfabetização (C1), população total (C2), população residentes (C3), taxa de crescimento (C4) e IDH municipal (C5); **(D2) Dimensão Ambiental:** abastecimento de água via rede geral (C6), abastecimento de água per capita (C7), abastecimento poço ou nascente (C8), não tem instalação sanitária (C9), lixo coletado (C10) e lixo queimado (C11); **(D3) Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos:** consumo médio per capita de água l/hab/dia (C12), volume de água consumido 1000m³/ano (C13), **(D4) Dimensão Econômica:** PIB per capita (C14), despesa total com saúde por habitante (C15), receita de impostos (C16), transferência intragovernamentais da União (C17), e transferência intragovernamentais do Estado (C18).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em todos os níveis, seja local, regional ou global, diversas iniciativas públicas e privadas têm sido executadas para que o mundo caminhe em direção à sustentabilidade. Governos nacionais, organizações internacionais, empresas líderes e ações locais têm obtido êxito em informar aos habitantes das cidades sobre a necessidade de renovar os espaços urbanos, reduzir os resíduos e outras políticas sustentáveis (ORECCHINI; VALITUTTI; VITALI, 2012).

Vários desafios complexos da sustentabilidade estimularam a evolução da ciência normal para um novo paradigma, a ciência da sustentabilidade que, conforme Yarime et al. (2012) tem a finalidade de compreender as interações dinâmicas e complexas entre as pessoas e o meio ambiente, buscando a combinação de desenvolvimento da sociedade com o respeito aos limites de longo prazo da natureza, por meio do estímulo ao desenvolvimento de uma nova geração de líderes, bem como, das mudanças culturais, estruturais e das práticas sociais.

E, esse paradigma de pesquisa pós-normal, elucidam Orecchini, Valitutti e Vitali (2012), possui características de abordagens baseadas na comunidade, com colaboração de cientistas, pessoas de negócios, sociedade civil e governo, imbuídos do propósito de atuar frente aos desafios da sustentabilidade.

Um dos desafios da sustentabilidade é a sua realização nas áreas urbanas, razão pela qual as pesquisas nesse contexto têm se tornado emergentes. De acordo com Lazaroiu e Roscia (2012), as cidades utilizam 75% da produção global de energia e produzem 80% das emissões de CO₂. Munier (2011) ao pontuar que o aumento da população nas cidades é uma das principais causas da degradação ambiental, define desenvolvimento urbano sustentável como um processo de relação sinérgica evolutiva entre as dimensões social, econômica, ambiental e física e ambiental que assegura aos cidadãos uma condição não decrescente de bem-estar em longo prazo, sem afetar as probabilidades de progresso de zonas circundantes e colabora para a diminuição dos efeitos nocivos à biosfera.

A importância da sustentabilidade ambiental dos municípios compilada por Shen et al. (2011), por meio do agrupamento de conceitos oriundos de diversos autores, destaca-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos de sustentabilidade ambiental dos municípios

Termo	Conceito	Autor
Comunidades sustentáveis	Comunidades que prosperam por meio da construção do equilíbrio solidário e dinâmico entre bem-estar social, oportunidade econômica e qualidade ambiental.	Council on Sustainable Development (1997)
Cidade sustentável	Cidade onde as realizações no desenvolvimento econômico, social e físico são feitas para durar.	Soegijoko et al. (2001)
Sustentabilidade urbana	Estado desejável de condições urbanas que persistem ao longo do tempo.	Adinyira, Oteng-Seifah, e Adjei-Kumi (2007)
Sustentabilidade urbana	Uso adequado de recursos para garantir a equidade geracional, a proteção do ambiente natural, uso mínimo de recursos não renováveis, a vitalidade econômica e diversidade, autossuficiência da comunidade, bem-estar individual e a satisfação de necessidades humanas básicas.	Choguill, 1996; Hardoy, Mitlin, e Satterthwaite (1992)
Sustentabilidade urbana	Conjunto de medidas a resolver tanto os problemas vivenciados dentro das cidades e os problemas causados por cidades.	Comissão Europeia (2006)
Urbanização sustentável	Relação bem equilibrada entre os agentes sociais, econômicos e ambientais da sociedade, de modo a realizar o desenvolvimento urbano sustentável.	Drakakis-Smith (2000)
Urbanização sustentável	Processo dinâmico, que combina a sustentabilidade ambiental, social, econômica, política e institucional. Reúne áreas urbanas e rurais, abrangendo toda a gama de assentamentos humanos da vila à cidade para cidade para metrópole, com ligações aos níveis nacional e global.	UN Habitat (2004)

Fonte: adaptado de Shen et al. (2011)

2.1 Indicadores de desempenho para a tomada de decisão

Para Kayano e Caldas (2002), o indicador de desempenho quantitativo é um instrumento que reúne um conjunto de informações em números, portanto, constitui-se como uma forma de mensuração de medida, que permite estudar a correlação de determinados fenômenos e o seu comportamento ao longo de um período. Os indicadores são instrumentos que auxiliam a analisar a realidade. Podem ser simples ou compostos, em que os simples são descritos como autoexplicativos e os compostos apresentam um conjunto de aspectos da realidade. Seu resultado é oriundo do agrupamento de diversos fatores que, conjuntamente, formam um indicador e permite fazer uma comparação da situação de desempenho. Para Kayano e Caldas (2002), por intermédio de indicadores compostos é possível medir o índice de sustentabilidade de uma empresa ou cidade.

Os indicadores são informações quantificadas que “servem para medir o grau de sucesso da implantação de uma estratégia em relação ao alcance do objetivo estabelecido, [...]

cada indicador, quando em conjunto com outros, pode aumentar a qualidade da informação pretendida” (STROBEL, 2005, p. 38-39). Os indicadores e o desempenho são considerados um aspecto central no auxílio dos gestores (LUZ; SELLITTO; GOMES, 2006); a responsabilidade decorrente tem despertado interesse da sociedade (CRIADO-JIMÉNEZ, 2008). Indicadores ambientais são estatísticas selecionadas que representam ou resumem alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas (MMA, 2013).

Adicionalmente, os indicadores auxiliam na tomada de decisão e, de acordo com Koning (1996), podem ser construídos usando dois modelos, um baseado na representação histórica, que descreve a maneira que as suposições cognitivas têm impacto direto sobre a decisão final, e outro modelo denominado ajuste de âncora, que descreve como a evidência da informação é julgada e se está de acordo com a necessidade na tomada de decisão. Os dois modelos podem descrever diferentes fases no processo de decisão, no entanto, a importância de compreender e avaliar adequadamente as informações para a tomada de decisões julgadas adequadas é uma tarefa essencial.

Os indicadores têm a função de medir o desempenho, sendo que no processo de avaliação da sustentabilidade urbana existe uma necessidade de indicadores mensuráveis que auxiliem a tomada de decisão e a adoção de boas práticas que visam à consecução de metas globais de sustentabilidade (SHEN et al. 2011).

2.2 Desempenho ambiental

A preocupação com desempenho pautado em indicadores ambientais vem crescendo nas últimas décadas. Para Sellitto, Borchardt e Pereira (2010, p. 155), o desempenho ambiental “é uma medida que descreve como uma operação gerencia sua relação com o ambiente”. Já na visão de Zobel et al. (2002), o desempenho ambiental é conceituado como a disponibilização da informação através de indicadores que permitem estabelecer comparação entre si ou alusão externa, nos quesitos ambientais em setores de uma empresa ou em empresas de uma indústria. Atualmente existe uma grande preocupação de todos os setores da sociedade com o meio ambiente como um todo, especialmente pelo modo de sua utilização, quer seja no presente, quer como será no futuro (LEITE, 2011). Diligenciar a sustentabilidade requer a participação das pessoas no âmbito local e a forma como as pessoas vivem e trabalham (LEFF, 1998). Significa, então, que o desempenho ambiental é dependente de uma mudança na educação – a partir do contexto sociopolítico, voltada para o desenvolvimento sustentável, com instrumentos capazes de transformar atitudes, estilos de vida, e padrões de participação social; uma educação ambiental pautada na promoção do progresso com diagnósticos amplos avaliando os resultados de curto, médio e longo prazo (GUTIÉRREZ; CALVO; DEL ÁLAMO, 2006).

Presume-se que as organizações voltadas para a busca da sustentabilidade frente a uma economia globalizada empenham-se em gerenciar seu desempenho pautado no tripé socioambiental, econômico e de governança de forma responsável, com *accountability*, garantindo o bem estar da população e sua integridade (TINOCO; KRAEMER, 2004; HAZELL; WORTHY, 2010; GRI, 2012).

Para apoiar a sociedade na construção de um modelo socioeconômico sustentável é possível contar com o apoio de diferentes organismos, como a *International Organization for Standardization* (ISO) fundada em 1947, em Genebra, na Suíça, uma entidade que congrega as normas internacionais entre elas no seu *standards* à família ISO 14000 que aborda a gestão ambiental e mais especificamente a ISO 14001:2004 que estabelece critérios internacionais para o desempenho ambiental. O uso da ISO 14001:2004, além de ser compatível com qualquer tipo de organização, fornece uma garantia para a gestão da empresa e colaboradores e partes interessadas de que o impacto ambiental está sendo medido e melhorado (ISO, 2004).

Outro mecanismo de apoio à sustentabilidade são os indicadores da *Sustainability Reporting Guidelines* (GRI), cujas diretrizes estão disponíveis em documento do mesmo nome. Esse relatório utiliza protocolos geralmente aceitos para a elaboração, medição e apresentação da informação.

No Quadro 2, são resumidos o conjunto de informações relevantes para compreender o desempenho ambiental das organizações – segundo a GRI.

Quadro 2 – Informações relevantes para compreender o desempenho ambiental

Indicadores de Desempenho Ambiental	Aspecto: Materiais	£ EN1 Materiais usados por peso ou volume. £ EN2 Percentagem de materiais utilizados provenientes de reciclados
	Aspecto: Energia	EN3 Consumo de energia direta por fonte de energia primária. EN4 Consumo de energia indireta discriminado por fonte primária. EN5 Energia economizada devido à conservação e eficiência. EN6 Iniciativas para fornecer produtos e serviços com baixo consumo de energia, ou que usem energia gerada por recursos renováveis e a redução na necessidade de energia resultante dessas iniciativas. EN7 Iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta e as reduções obtidas.
	Aspecto: Água	EN8 Total de água retirada por fonte. EN9 Fontes hídricas significativamente afetadas por retirada de água. EN10 Percentual e volume total de água reciclada e reutilizada.
	Aspecto: Biodiversidade	EN11 Localização e tamanho da área possuída, arrendada ou administrada, dentro ou adjacente a elas, áreas protegidas e em áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas. EN12 Descrição de impactos significativos na biodiversidade de atividades, produtos e serviços sobre a biodiversidade em áreas protegidas e em áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas. EN13 Habitats protegidos ou restaurados. EN14 Estratégias, medidas em vigor e planos futuros para o gerenciamento de impactos na biodiversidade. EN15 Número de espécies na Lista Vermelha da IUCN e em listas nacionais de espécies de conservação com habitats em áreas afetadas por operações, discriminadas pelo nível de risco de extinção.
	Aspectos: Emissões, Efluentes e Resíduos.	EN16 Total de emissões diretas e de gases causadores de efeito estufa, emissões por peso. EN17 Outras emissões indiretas relevantes de gases causadores do efeito estufa, emissões por peso. EN18 Iniciativas para reduzir gases de efeito estufa emissões e as reduções obtidas. EN19 Emissões de substâncias destruidoras de ozônio, por peso. EN20 NOx, SOx e outras emissões atmosféricas significativas, por tipo e peso. EN21 Descarte total de água por qualidade e destinação. EN22 Peso total de resíduos por tipo e método de disposição. EN23 Número e volume total de derramamentos significativos. EN24 Peso de resíduos transportados, importados, exportados ou tratados considerados perigosos nos termos da Convenção da Basileia Anexo I, II, III e VIII, e percentagem de resíduos transportados internacionalmente. EN25 Identificação, tamanho, status de proteção e índice de biodiversidade de corpos d'água e habitats relacionados significativamente afetados por descartes de água e drenagem realizados pela organização relatora.
	Aspecto: Produtos e Serviços	EN26 Iniciativas para mitigar os impactos ambientais de produtos e serviços e a extensão da redução desses impactos. EN27 Percentagem recuperada de produtos vendidos e seus materiais de embalagem que são recuperados, por categoria.

Fonte: adaptado do *Sustainability Reporting Guidelines* (2000 e 2011).

As diretrizes da GRI representam um avanço em direção à padronização dos relatórios de sustentabilidade corporativa e de integração dos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Agem como um veículo de promoção da educação e de transparência, assim como contribuem para melhorar o diálogo entre a empresa e as partes interessadas (VELEVA, 2003).

Outro mecanismo de apoio é o *Dow Jones Sustainability Indexes* (DJSI), lançado em 1999, que se constitui em um conjunto de índices que avaliam a sustentabilidade do desempenho financeiro das maiores empresas listadas no *Dow Jones Global Total Stock Market Index*. Para esse fim, são utilizados indicadores econômicos, ambientais e sociais (DOW JONES, 2013).

Além das iniciativas apresentadas, existem outras abordagens que tratam da mensuração do desempenho ambiental. O Quadro 3 resume algumas consideradas pela pesquisa como relevantes.

Quadro 3 – Abordagens para a mensuração do desempenho ambiental

AA1000 <i>Institute of Social and Ethical Accountability</i> (ISEA) Ano 1999	Responsabilidade Social também conhecida como <i>Accountability</i> 1000. Esta norma internacional de Responsabilidade Social Empresarial foi desenvolvida em 1999 pelo ISEA e é uma das mais abrangentes normas de gestão da responsabilidade social empresarial. Seu objetivo é melhorar a responsabilidade social e o desempenho geral das organizações por meio do aumento da qualidade na responsabilidade social e ética, auditoria e relatório, com enfoque no diálogo com as partes interessadas (<i>stakeholders</i> internos e externos).
BS8800/DNV OHSMS/BSI 18001/SA8000:	A norma SA 8000 apresenta-se como um sistema de auditoria similar à ISO 9000, mas com requisitos baseados nas diretrizes internacionais de direitos humanos e nas convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT). A SA 8000 é cada vez mais reconhecida mundialmente como um sistema de gestão das relações de trabalho. A norma prevê ainda o gerenciamento da cadeia de fornecedores, garantindo a eficácia no controle e melhoria das relações de trabalho. Seus principais objetivos são: a) reduzir o número de acidentes de trabalho através da prevenção e controle dos riscos no local de trabalho; b) assegurar a motivação dos empregados por meio do atendimento a suas expectativas; c) propiciar o estabelecimento de um sistema de gestão integrado; e d) garantir o atendimento à legislação sobre segurança e saúde ocupacional aplicável.
Fundos Ethical ABN/AMRO Bank,	É um fundo de ações de empresas de capital aberto reconhecidas por desenvolverem boas práticas de responsabilidade social, ambiental e governança corporativa. A proposta do banco é de valorizar e incentivar as empresas brasileiras a desenvolver e implementar políticas de respeito para com o meio ambiente, a comunidade, bem como, para com seus profissionais, consumidores e acionistas. <u>Integram os aspectos econômico-financeiro, social e ambiental nas suas decisões.</u>
Índice de Desenvolvimento Humano - IDH: Programa (PNUD) Ano: 1990	O cálculo leva em conta não só o PIB per capita – único indicador utilizado até então - mas, também, outras variáveis que influenciam e demonstram a melhoria das condições de vida das pessoas, como renda (poder de compra), longevidade e instrução. Um prolongamento deste índice é o Índice de Condições de Vida (ICV), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pela Fundação João Pinheiro, em que são somadas as dimensões infância e habitação, entre outros.
Balanço Social Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas – (IBASE) Ano: 1997	Demonstrativo publicado anualmente pela empresa reunindo um conjunto de informações sobre os projetos, benefícios e ações sociais dirigidas aos empregados, investidores, analistas de mercado, acionistas e à comunidade. Trata-se de um relatório de responsabilidade social de perspectiva contábil. No balanço social a empresa mostra o que faz por seus profissionais, dependentes, colaboradores e comunidade, dando transparência às atividades que buscam melhorar a qualidade de vida para todos, ou seja, sua função principal é tornar pública a responsabilidade social empresarial, construindo maiores vínculos entre a empresa, a sociedade e o meio ambiente. Utiliza-se predominantemente de dados que possam ser expressos em valores financeiros ou de forma quantitativa.
Painel da Sustentabilidade <i>Consultative Group on Sustainable Development Indicators</i> (CGSDI)	Trata-se de um índice agregado de vários indicadores dentro de cada um dos três mostradores gráficos (ambiental, social e econômico); a partir do cálculo destes índices deve-se obter o resultado final de cada mostrador. Uma função adicional calcula a média destes mostradores para que se possa chegar a um índice de sustentabilidade global. Inicialmente, o sistema foi operacionalizado para a comparação de países a partir de 46 indicadores com pesos equitativos que compõem as três dimensões utilizadas.
Pegada Ecológica: <i>Ecological Footprint</i> (WACKERNAGEL e REES, 1996).	Ferramenta que contabiliza os fluxos de matéria e energia que entram e saem de um sistema econômico e converte esses fluxos em área correspondente de terra ou água existentes na natureza para sustentar esse sistema. Em outras palavras, representa o espaço ecológico correspondente para sustentar um determinado sistema ou unidade, ou seja, a apropriação de uma determinada população da capacidade de carga do sistema total. O sistema apenas considera os efeitos das decisões econômicas em relação à utilização de recursos no meio ambiente.
Barômetro da Sustentabilidade: <i>Barometer of Sustainability</i> (PRESCOTT-ALLEN, 1997).	Modelo sistêmico dirigido prioritariamente às agências governamentais e não governamentais, tomadoras de decisão e pessoas envolvidas com questões relativas ao desenvolvimento sustentável, em qualquer nível do sistema, do local ao global aos seus usuários. Possui a capacidade de combinar indicadores, permitindo aos usuários chegarem a conclusões a partir de muitos dados considerados, por vezes contraditórios. É uma ferramenta para a combinação de indicadores e mostra seus resultados por meio de índices.
<i>Triple Bottom Line</i> , criada por John Elkington e promovida pela <i>SustainAbility</i>	Além das iniciativas aqui apresentadas, existem outras promovidas pela iniciativa privada que através de consultoria às empresas procuram assessorá-las no tema da responsabilidade social e ambiental e que possuem uma forma própria de avaliação da sustentabilidade empresarial. No caso da <i>Triple Bottom Line</i> , corporações não se limitam apenas ao valor econômico que agregam, mas também aos valores sociais e ambientais que agregam – e destroem. O termo <i>Triple Bottom Line</i> é utilizado como um sistema para mensuração e relatório da performance econômica quanto a parâmetros ambientais, sociais e econômicos.

Fonte: Adaptado de Strobel (2005).

Ressalta-se que o sistema de medição de desempenho ambiental tem sido tema de uma quantidade crescente de pesquisas. No entanto, existem diferentes concepções utilizando diferentes métodos e conjuntos de indicadores num esforço para lidar com a sustentabilidade (SEARCY, 2012), já que o sistema de medição do desempenho ambiental deve ser composto por indicadores previamente estabelecidos que irão investigar a inter-relação entre os objetivos e a sua medição, de forma que ele possa ser legitimado (KANJI; MOURA; SÁ, 2001). Indicador consiste em um meio de consultar uma variedade de informações sobre uma realidade de grupos com interesses em desempenho ambiental (MITCHELL, 1996).

O desempenho ambiental pode ser avaliado por meio da comparação de diferentes indicadores com os critérios de desempenho ambiental estabelecidos pela respectiva administração (ZOBEL et al. 2002). Assim como nas organizações, nos últimos anos, os estudos sobre indicadores de medição de sustentabilidade para as cidades têm recebido atenção (HARDING, 2006; KOULOUMPIS; KOUIKOGLOU; PHILLIS, 2008; BINDER; SCHMID; STEINBERGER, 2012).

No contexto nacional, a legislação brasileira tem contribuído para o desempenho ambiental, embora o desenvolvimento sustentável ocorra de maneira diferente entre os atores sociais e econômicos envolvidos no processo do desenvolvimento (AUGUSTO; BRANCO, 2003). Já em um contexto local, o crescimento dos municípios suscita preocupação em alcançar um desempenho ambiental equilibrado mediante o controle do impacto das diferentes atividades realizadas em seu território. Para tal, faz-se necessário primar pela gestão municipal e pela promoção de políticas econômicas e sociais que promovam a proteção ambiental (DONAIRE, 1994; HOEFFEL et al., 2004; SOUZA et al., 2009).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

O estudo que objetiva medir o desempenho ambiental de municípios catarinenses usa as ferramentas de análise denominadas de método *Displaced Ideal* e *TOPSIS* – escola americana. A aplicação da ferramenta possibilita identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis dentro de um contexto geográfico, servida como apoio à gestão pública e à promoção da transparência das ações municipais da sustentabilidade contribuindo para uma melhor qualidade de vida.

Para a aplicação das ferramentas *Displaced Ideal* e *TOPSIS* utilizam-se quatro dimensões e 18 indicadores (critérios). A justificativa da escolha de cada indicador e de cada dimensão está pautada nos estudos realizados por Sepúlveda (2005), Waquil et al. (2005), Martins e Cândido (2008), Vasconcelos et al. (2011), Carvalho et al. (2011), tais pesquisas avaliaram a sustentabilidade ambiental em contextos geográficos (municípios e territórios rurais), a partir do uso de indicadores envolvendo diferentes dimensões/categorias que são elas: **(D1) Dimensão Social e Demográfica:** taxa de alfabetização (C1), população total (C2), população residentes (C3), taxa de crescimento (C4) e IDH municipal (C5); **(D2) Dimensão Ambiental:** abastecimento de água via rede geral (C6), abastecimento de água per capita (C7), abastecimento poço ou nascente (C8), não tem instalação sanitária (C9), lixo coletado (C10) e lixo queimado (C11); **(D3) Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos:** consumo médio per capita de água l/hab/dia (C12), volume de água consumido 1000m³/ano (C13), **(D4) Dimensão Econômica:** PIB per capita (C14), despesa total com saúde por habitante (C15), receita de impostos (C16), transferência intragovernamentais da União (C17), e transferência intragovernamentais do Estado (C18).

O estudo de natureza quantitativa caracteriza-se como uma pesquisa descritiva que para ser operacionalizada adota como universo de estudo os municípios brasileiros e como amostra, no caso, intencional, aqueles localizados no estado de Santa Catarina.

A amostra inicial é composta por 295 municípios catarinenses e a final totaliza 293 municípios, que apresentavam dados disponíveis na data da coleta realizada no mês de abril e

maio de 2013. Os indicadores que compõem as dimensões foram coletados a partir de publicações oficiais disponíveis, dos anos de 2006, 2007 e 2010. A escolha temporal refere-se às últimas publicações disponíveis. Os dados foram obtidos mediante consulta aos sítios eletrônicos conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 apresenta as 4 dimensões, índices, fonte e ano.

Dimensões	Índices	Fonte/ano
(D1) Dimensão Social e Demográfica	Taxa de alfabetização (C1), População total (C2), população residente (C3), taxa de crescimento (C4), IDH municipal (C5).	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE censo demográfico de 2010
D2) Dimensão Ambiental	Abastecimento de água via rede geral (C6), abastecimento de água per capita (C7), abastecimento poço ou nascente (C8), não tem instalação sanitária (C9), lixo coletado (C10) e lixo queimado (C11);	IBGE – 2010
(D3) Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos	Consumo médio per capita de água l/hab/dia (C12), volume de água consumido 1000m ³ /ano (C13),	Ministério das Cidades – 2006
(D4) Dimensão Econômica	PIB per capita (C14)	IBGE – 2010
	Despesa total com saúde por habitante (C15)	Tribunal de Contas de Santa Catarina – 2006.
	Receita de impostos (C16), transferência intragovernamentais da União (C17), e transferência intragovernamentais do Estado (C18).	Ministério das Cidades – 2007

Fonte: dados de consulta da pesquisa

A natureza da análise dos indicadores coletados é quantitativa; os dados foram analisados através do método *Displaced Ideal* e do TOPSIS. Foi possível medir o desempenho ambiental dos municípios catarinenses, permitindo ranquear, identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis.

3.1 Método *Displaced Ideal*

O método *Displaced Ideal* foi desenvolvido por Zeleny em 1973. Porém, o conceito do cenário ideal já vinha sendo trabalhado anteriormente por outros pesquisadores. O conceito inicial do cenário ideal surgiu no início dos anos 60 e tinha o objetivo de auxiliar na resolução de problemas multiobjetivos.

O conceito de cenário ideal é apresentado por Geoffrion por volta de 1965, cuja pesquisa descrevia o cenário ideal como a solução perfeita (ZELENY, 1982). Zeleny, em meados de 1973, difundiu a ideia de que o cenário ideal abrangia todos os problemas que envolvem diversos decisores (ZELENY, 1982). Ressalta-se que suas raízes se originam dos conceitos do *Multiple Criteria Decision Making* – MCDM. De acordo com as premissas do MCDM os problemas que possuem critérios múltiplos sempre apresentam uma solução viável.

Logo, a descrição do método *Displaced Ideal* para múltiplos atributos parte do pressuposto de que os atributos em questão possuem uma certa relação de interdependência. Através da noção de interdependência é possível definir um tipo específico de dependência, de ancoragem. O conjunto de elementos é definido como âncora dependente se os “graus” de proximidade atribuídos aos demais elementos do conjunto dependem dos valores correspondentes de ancoragem, bem como dos “graus” de proximidade associados a outros elementos do conjunto (KRESPI et al. 2012, p. 6).

O método *Displaced Ideal* é calculado com base nos trabalhos de Zeleny (1976 e 1982), em que o conjunto $X = \{x^1, x^2, \dots, x^m\}$ e cada alternativa é caracterizada por n atributos. Por exemplo, a k -ésima alternativa pode ser representada por $X^k = (x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k)$ $k = 1, \dots, m$ individualmente x_i^k indica o nível do atributo i atingido pela alternativa k , em que $i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m$. Entretanto, tratar-se-á de alternativa de multiatributos, onde x^k é um vetor de n números, atribuídos a cada x e resume as informações disponíveis sobre x^k em

termos quantitativos e qualitativos. Analisando-se o i -ésimo atributo individualmente, verifica-se o conjunto X que geram m números representados por um vetor que evidencia o nível do atributo i através da fórmula $x_i = (x_i^1, \dots, x_i^m)$. Sua interpretação mais simples é sempre assumir que um é sempre preferido em detrimento do outro, ou vice-versa, pois: $Min_k x_i^k = Max_k (-x_i^k) \quad k=1,2,\dots,m$ (ZELENY, 1982).

É importante destacar que encontrar o mínimo de m números é o mesmo que encontrar o máximo de m com sinal negativo. Essa relação é importante, pois para a exposição do método todos os critérios serão determinados pelo valor máximo. Todavia, conforme afirma Zeleny (1976), em problemas reais nem sempre é o valor máximo que se quer.

O valor âncora ou solução ideal é determinado como sendo o valor máximo de cada um dos conjuntos, representado por:

$$x_i^* = Max_k x_i^k \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\text{O valor ideal de cada conjunto é representado por: } u^* = \begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \\ x_3^* \end{bmatrix} \text{ e } v = \begin{bmatrix} x_1^k \\ x_2^k \\ x_3^k \end{bmatrix}$$

A busca da solução através do *Displaced Ideal* está centrada em quão perto determinada alternativa está dos elementos âncoras, ou seja, que distância existe entre a alternativa ideal e a alternativa ruim. A solução ideal é tida como sendo o valor máximo de cada um dos conjuntos, sendo que o município mais sustentável e a distância entre o município mais sustentável e menos sustentável será calculada através da distância Euclidiana. Definida por: $d_E(u^*, v) = [(u^* - v)^t \cdot (u^* - v)]^{1/2} \quad (I)$

Por fim, após as distâncias calculadas, têm-se o município mais sustentável e o menos sustentável. Quanto menor a distância, mais próximo do cenário ideal está o ponto testado. O cenário ideal é definido como sendo os valores mínimos de cada conjunto do tipo “quanto menor melhor”.

3.2 TOPSIS (Escola Americana)

Technique for Order Preference by Smilarity the Ideal Solution (TOPSIS) é uma técnica para avaliar o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal. De acordo com essa técnica, a melhor alternativa seria aquela que é a mais próxima da solução ideal composta de todos os melhores valores atingíveis dos critérios de benefício; já a solução ideal negativa consiste em todos os piores valores atingíveis dos critérios de sustentabilidade. A matriz de decisão A composta por alternativas e critérios é descrita por:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Onde $A_1, A_2, \dots, A_m$ são alternativas variáveis, $C_1, C_2, \dots, C_n$ são critérios, x_{ij} indica o desempenho da alternativa A_i segundo o critério C_j . O vetor de peso $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ composto pelos pesos individuais para cada critério C_j satisfaz $P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$, com $i=1, \dots, m$, $j=1, \dots, n$

Desta maneira, uma matriz de decisão normalizada A_n representa o desempenho relativo das alternativas pode ser descrita por $A_n = (p_{ij})_{m \times n}$, com $i=1, \dots, m$, e $j=1, \dots, n$.

O algoritmo para calcular a melhor alternativa é descrito de acordo com os seguintes passos:

1º Passo: Cálculo das soluções ideais A^+ (benefícios) e das soluções ideais negativas A^- (custos) da seguinte forma:

$$A^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_m^+) \text{ e } A^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_m^-)$$

Onde $p_j^+ = (\max_i p_{ij}, j \in J_1; \min_i p_{ij}, j \in J_2)$ e $p_j^- = (\min_i p_{ij}, j \in J_1; \max_i p_{ij}, j \in J_2)$

No qual J_1 e J_2 representam respectivamente o critério benefício e custo. Na questão em estudo o objetivo é a busca de benefícios, ou seja, quanto mais alto o desempenho na escala Likert melhor.

2º Passo: O cálculo das distâncias euclidianas entre A_i e A^+ (benefícios) e entre A_i e A^- (custos) é feito na forma:

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^+ - p_{ij})^2} \text{ com } i=1, \dots, m. \text{ e } d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^- - p_{ij})^2} \text{ com } i=1, \dots, m$$

Os valores de w_i , nada mais são que o grau de importância de cada questão, obtido pela entropia de cada uma delas.

3º Passo. Cálculo da proximidade relativa ξ_i para cada alternativa A_i em relação à solução

ideal positiva A^+ conforme: $\xi_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Apresentação do *ranking*

Neste ponto, apresentam-se os indicadores de sustentabilidade calculados a partir da Distância Euclidiana e, por fim, o *ranking* geral dos municípios pelo *Topsis*, para fins de análise. A distância euclidiana apresenta a medida de dissimilaridade entre o *displaced ideal* e o *topsis*. Quanto maior for a distância menor a semelhança entre os municípios.

As Tabelas 1, 2, e 3 em decorrência do espaço contém dados dos dez municípios mais sustentáveis e os dez menos sustentáveis conforme *ranking* calculado pelo *Topsis*. A partir da distância euclidiana, o índice disposto no *Topsis* indica a distância entre os municípios e o ranqueamento de sustentabilidade. Em resumo, quanto maior o indicador, mais sustentável é o município.

Conforme evidenciado nas Tabelas 1 e 2, os indicadores e as várias dimensões, (D1) Dimensão Social e Demográfica: taxa de alfabetização (C1), população total (C2), população residentes (C3), taxa de crescimento (C4) e IDH municipal (C5); (D2) Dimensão Ambiental: abastecimento de água via rede geral (C6), abastecimento de água per capita (C7), abastecimento poço ou nascente (C8), não tem instalação sanitária (C9), lixo coletado (C10) e lixo queimado (C11); (D3) Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos: consumo médio per capita de água l/hab/dia (C12), volume de água consumido 1000m³/ano (C13), (D4) Dimensão Econômica: PIB per capita (C14), despesa total com saúde por habitante (C15), receita de impostos (C16), transferência intragovernamentais da União (C17), e transferência intragovernamentais do Estado (C18).

A Tabela 3 apresenta o *Displaced Ideal* e a distância Euclidiana calculada em relação aos indicadores de sustentabilidade.

Referente ao *Topsis*, como pode ser visto na Tabela 3, o cálculo foi realizado pela proximidade relativa para cada alternativa em relação a solução ideal. O resultado permite verificar o ranqueamento dos municípios catarinense do mais sustentável ao menos sustentável.

Quanto mais alto o indicador apresentado pelo *Topsis*, mais próximo se está do cenário

Tabela 1 – Indicadores Dimensão Social e Demográfica; e Dimensão Ambiental

	Dimensão Social e Demográfica					Dimensão Ambiental					
Municípios	D1-C1	D1-C2	D1-C3	D1-C4	D1-C5	D2-C6	D2-C7	D2-C8	D2-C9	D2-C10	D2-C11
Florianópolis	0,003424829	0,06741527	0,06741527	0,002492354	0,003432884	0,084962483	0,005758565	0,000314628	0,00358036	0,000354925	0,004127812
Joinville	0,003422619	0,082466716	0,082466716	0,002803029	0,003247439	0,094444287	0,005232899	0	0,003494859	0,000556808	0,003637123
Blumenau	0,003260918	0,049454135	0,049454135	0,00272941	0,003087871	0,057938817	0,005353187	0,001361238	0,003526922	0,000226305	0,003234672
Itajaí	0,00353791	0,029347024	0,029347024	0,002435481	0,003605391	0,03378266	0,005259872	0,002276268	0,003441421	0,00813613	0,004153637
São José	0,0035357	0,033577042	0,033577042	0,002592231	0,003661456	0,041814393	0,005690216	0,001974461	0,002928414	0,007277039	0,003962096
Joaçaba	0,003539751	0,004324282	0,004324282	0,003025364	0,003695957	0,005092183	0,005380657	0,003353098	0,001987902	0,087054207	0,003830816
Balneário Camboriú	0,003503286	0,017298569	0,017298569	0,001580815	0,003743396	0,023291656	0,006152273	0,002677136	0,003601736	0,001557544	0,004175159
Criciúma	0,00347566	0,030776982	0,030776982	0,002995974	0,003553639	0,036271488	0,005384988	0,002188821	0,003569673	0,001337751	0,002614855
Chapécó	0,003544171	0,02937215	0,02937215	0,00241092	0,003510512	0,029184303	0,004540032	0,002369499	0,003558985	0,002541455	0,004026661
Flor do Sertão	0,003558168	0,000254144	0,000254144	0,003861555	0,003799461	0,000276468	0,004970625	0,003536418	0,00208409	0,079873768	0,004026661
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Jaborá	0,003368473	0,000646722	0,000646722	0,004034055	0,00326469	0,00036144	0,002553668	0,003526079	0,00335592	0,001335037	0,002177969
Armazém	0,003430354	0,00124079	0,00124079	0,002997631	0,003432884	0,000737043	0,002714186	0,00350966	0,003612423	0,001079427	0,003325062
Agrônômica	0,003442141	0,000784836	0,000784836	0,003026552	0,003497574	0,000354051	0,002061259	0,003530588	0,003612423	0,000570918	0,003307845
Ilhota	0,003230345	0,001977295	0,001977295	0,002788139	0,0032	0,00131153	0,003030763	0,003489984	0,003270419	0,001179283	0,000641339
Alfredo Wagner	0,00329591	0,001505977	0,001505977	0,003370893	0,003355256	0,000495672	0,001503909	0,003508248	0,003516235	0,000885683	0,001618412
Major Gercino	0,003433669	0,000524771	0,000524771	0,003485317	0,003247439	0,000233366	0,00203195	0,00353266	0,003526922	0,000731557	0,002494334
Balneário Gaivota	0,003407517	0,00131777	0,00131777	0,00145636	0,00339407	0,000724112	0,002510797	0,003519771	0,003516235	0,001535293	0,004093377
Sangão	0,003305855	0,001664417	0,001664417	0,002275315	0,003428571	0,000705024	0,001935474	0,003509091	0,003441421	0,001467998	0,003507994
Iporã do Oeste	0,003290753	0,001345777	0,001345777	0,003338872	0,003083558	0,000988881	0,003357503	0,003507337	0	0,000363608	0,001986429
Palmeira	0,00339794	0,000379775	0,000379775	0,003068517	0,003450135	0,000173023	0,002081727	0,003537648	0,003120792	0,002037289	0,001949842

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 2 – Indicadores Dimensão Pressão Recurso Hídricos; e Dimensão Econômica

	Dimensão Pres. Rec. Híd.		Dimensão Econômicas				
Municípios	D3-C12	D3-C13	D4-C14	D4-C15	D4-C16	D4-C17	D4-C18
Florianópolis	0,001731599	0	0,004288845	0,005647516	0,200755438	0,034844213	0,048721306
Joinville	0,002783317	0,000282007	0,006604791	0,003495158	0,115829305	0,052828189	0,089312832
Blumenau	0,002355988	0,001272428	0,005331962	0,003831031	0,075205242	0,038893208	0,053251507
Itajaí	0,002193446	0,001703606	0,015303508	0,002578028	0,05007454	0,025267474	0,050738787
São José	0,00259565	0,002099369	0,004186947	0,001567177	0,032113591	0,018194016	0,023784677
Joaçaba	0,002370189	0,003300103	0,006404398	0,003693912	0,0066996	0,004238139	0,005891014
Balneário Camboriú	0,005557894	0,00351562	0,003420856	0,004491235	0,060245098	0,01281767	0,009848302
Criciúma	0,002510884	0,002276437	0,003417535	0,002354805	0,022152681	0,028412005	0,022518074
Chapecó	0,003072572	0,002698797	0,004163996	0,002955914	0,028524096	0,029170863	0,022818857
Flor do Sertão	0,005557894	0,00351562	0,002088793	0,002533014	0,000147312	0,001459292	0,000596707
...	...	...	...	...	...	...	...
Jaborá	0,002930347	0,00350608	0,002878175	0,002057021	0,000212485	0,001506608	0,001554186
Armazém	0,002779384	0,003496106	0,002224726	0,00191667	0,000201237	0,001622201	0,001068371
Agrônoma	0,002013644	0,003507381	0,003561028	0,003008546	0,000286912	0,001511649	0,001055413
Ilhota	0,0029286	0,003470811	0,002514365	0,001299402	0,000443117	0,002286049	0,001731113
Alfredo Wagner	0,002891897	0,003499575	0,003556802	0,00238343	0,000526391	0,001762445	0,001403513
Major Gercino	0,003090049	0,003510705	0,002002117	0,00315236	7,59097E-05	0,001520847	0,000681779
Balneário Gaivota	0,002426336	0,003490614	0,001557277	0,001955682	0,000534833	0,001603565	0,000851304
Sangão	0,002062363	0,003453466	0,002820392	0,001402357	0,0006067	0,001787726	0,001240845
Iporã do Oeste	0,003180059	0,003497696	0,002652444	0,003161593	0,000521091	0,001735235	0,001615925
Palmeira	0,002224687	0,003508826	0,004482748	0,002043401	0,000332319	0,00150153	0,000991424

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3 – *Displaced Ideal*; Distância Euclidiana; Topsis; e Ranking geral

Municípios	Displaced Ideal	Distância Euclidiana	TOPSIS	RANKING
Florianópolis	0,101715225	0,245406324	0,706975192	1
Joinville	0,122356408	0,216136871	0,638526329	2
Blumenau	0,169117770	0,135227309	0,444322311	3
Itajaí	0,201685275	0,094248518	0,318478390	4
São José	0,219545626	0,077645694	0,261265014	5
Joaçaba	0,259672821	0,088499982	0,254184075	6
Balneário Camboriú	0,221036211	0,071747064	0,245051784	7
Criciúma	0,231051951	0,071127845	0,235382529	8
Chapécó	0,228063242	0,069448634	0,233431469	9
Flor do Sertão	0,271205916	0,080524784	0,228938743	10
...	...	...	...	...
Jaborá	0,283737476	0,008934433	0,030527127	284
Armazém	0,283547534	0,008908325	0,030460408	285
Agronômica	0,283970144	0,008815173	0,030107975	286
Ilhota	0,282438345	0,008752025	0,030056024	287
Alfredo Wagner	0,283108918	0,00872848	0,029908709	288
Major Gercino	0,284429664	0,008725836	0,029765214	289
Balneário Gaivota	0,283295463	0,008690349	0,029762915	290
Sangão	0,282854365	0,008583402	0,029451922	291
Iporã do Oeste	0,283156895	0,008566871	0,029366382	292
Palmeira	0,283800180	0,008539892	0,029212186	293

Fonte: dados da pesquisa

ideal de sustentabilidade. No caso têm-se o município de Florianópolis como o mais sustentável. Por outro lado, quanto menor o indicador do *Topsis*, menor o ranqueamento do cenário ideal, mais insustentável é o município. Neste caso é o município de Palmeira, o menos sustentável dos 293 municípios de Santa Catarina que foram objeto do estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de medição de desempenho ambiental com base em 18 indicadores aqui apresentado é um método ainda aberto a novas construções. Este artigo teve como objetivo, baseado nos métodos de Apoio Multicritério – *Displaced Ideal* e *TOPSIS*, medir o desempenho ambiental dos municípios catarinenses, permitindo num contexto geográfico identificar e ranquear os municípios considerados sustentáveis e insustentáveis com base em dezoito indicadores coletados a partir de publicações oficiais disponíveis, dos anos de 2006, 2007 e 2010.

O método *Displaced Ideal* utilizado no estudo foi proposto por Zeleny (1976). Juntamente com a distância Euclidiana calcula a proximidade relativa para cada alternativa em relação ao ranqueamento do município mais sustentável do Estado de Santa Catarina.

Ao realizar o ranqueamento com base no TOPSIS, comparado com a distância Euclidiana entre o *Displaced Ideal*, percebe-se uma distância de 24,54% do município considerado mais sustentável, e uma distância de 8,54% para o município considerado menos sustentável. Neste sentido, sugere-se que o uso do método TOPSIS para o ranqueamento dos municípios de Santa Catarina num contexto geográfico é o mais apropriado, haja vista suas vantagens sobre o método *Displaced Ideal*.

Os indicadores D4 – dimensão econômica (Receitas Transferências Intergovernamentais da União e do Estado) exercem papel importantíssimo sobre os demais indicadores e dimensões. A avaliação da sustentabilidade dos municípios é um imenso sistema interligado que depende da eficiência do uso dos recursos para implicar eficácia da sustentabilidade. Assim, um aumento da taxa de alfabetização representa uma melhora do IDH e reclama maior gasto com saúde. Um acréscimo na população exige investimentos na D2 Dimensão Ambiental e uma atenção na (D3) Dimensão Pressão sobre os Recursos Hídricos. O complexo sistema é a soma de todas as partes que formam o todo unitário da sustentabilidade.

O ponto forte deste trabalho é orientar futuros gestores públicos sobre a utilização sincronizada dos indicadores como ferramenta de monitoramento dos esforços na promoção da sustentabilidade dos municípios. Tal esforço requerido é a base racional eficaz para direcionar políticas públicas.

Como limitação do estudo na dimensão da pressão dos recursos hídricos, a quantidade de outorgas expedidas para o Estado de Santa Catarina é inexpressiva. Isso caracteriza a inoperância da lei, onde a outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos.

Outra limitação é a inexistência de estudos aplicados no Estado de Santa Catarina sobre a pressão dos recursos hídricos por municípios, especificamente na pressão da pecuária.

Para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação do TOPSIS para a formação de outros *rankings*; que o modelo seja replicado assim que as publicações oficiais forem atualizadas.

Por fim, que sejam desenvolvidos estudos na criação e aplicação de um modelo para mensuração da pressão pecuária em todos os municípios do Estado de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; BRANCO, Alice. Política de informação em saúde ambiental. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 150-7, jun. 2003.
- BINDER, C. R.; SCHMID, A.; STEINBERGER, J. K. Sustainability solution space of the Swiss milk value added chain. **Ecological Economics**, v. 83, p. 2010-2020, 2012.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. Our common future/world commission on environment and development. **Oxford**: Oxford University Press, 1987.
- CARVALHO, José Ribamar M. de; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; CURI, Wilson F.; CARVALHO, Enyedja K. M. de A. Proposta e Validação de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental para Bacias Hidrográficas: Estudo de Caso na Sub-Bacia do Rio Piranhas, PB.In: VII CNEG – UFF, Niterói/RJ. Anais... CNEG, 12 e 13 de agosto de 2011.
- CRIADO-JIMÉNEZ, Irene et al. Compliance with mandatory environmental reporting in financial statements: The case of Spain (2001–2003). **Journal of Business Ethics**, v. 79, n. 3, p. 245-262, 2008.
- DJSI, Dow Jones Sustainability Indexes. Dow Jones Sustainability Indices. Disponível em: <http://www.sustainability-indices.com/>. Acesso em: 26 abril 2013.
- DONAIRE, Denis. Considerações sobre a influência da variável ambiental na empresa. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 68-77, 1994.
- DRUCKER, Peter F. The emerging theory of manufacturing. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 94-102, 1990.
- FIGUEIREDO, Moacyr Amaral Domingues et al. Definição de atributos desejáveis para auxiliar a auto avaliação dos novos sistemas de medição de desempenho organizacional. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 2, p. 305-315, 2005.
- GOMES, Luiz Flávio A. Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. 3. ed. Revista e Ampliada. São Paulo: Atlas, 2009, p. 324.
- GRI, Global Reporting Initiative. Annual Report 2011/12. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRI-Annual-Report-2011-2012.pdf>. Acesso em: 17 abr 2013.
- GRI, Global Reporting Initiative. **Sustainability Reporting**. Disponível em: <https://www.globalreporting.org>. Acesso em: 17 abr 2013.
- GUTIÉRREZ, José; CALVO, Susana; DEL ÁLAMO, Javier Benayas. Educación para el desarrollo sostenible: evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 40, p. 25-69, 2006.
- HARDING, R. Ecologically sustainable development: origins, implementation and challenges. **Desalination**, v. 187, n. 1, p. 229-239, 2006.
- HAZELL, Robert; WORTHY, Ben. Assessing the performance of freedom of information. **Government Information Quarterly**, v. 27, n. 4, p. 352-359, 2010.
- HOEFFEL, João Luiz. et al. Concepções e percepções da natureza na Área de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira. In: **Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário, 2004. p. 2004.
- ISO, International Organization for Standardization. ISO 14001:2004. Disponível em: http://www.fiteqa.ccoo.es/comunes/recursos/29/doc23570_NORMA_INTERNACIONAL_ISO_14001_de_Sistemas_de_gestion_ambiental_-_Requisitos.pdf. Acesso em: 17 abr 2013.
- IUDÍCIBUS, Sérgio de. Teoria da Contabilidade. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- JO, Jin H. et al. Sustainable urban energy: Development of a mesoscale assessment model for solar reflective roof technologies. **Energy Policy**, v. 38, n. 12, p. 7951-7959, 2010.

- JUWANA, I.; MUTTIL, N.; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability assessment—A review. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 357-371, 2012.
- KAHNEMAN, Daniel. Rápido e Devagar duas formas de pensar. Rio de Janeiro. Objetiva, 2012.
- KANJI, Gopal K.; MOURA E SÁ, Patrícia. Kanji's business scorecard. **Total Quality Management**, v. 12, n. 7-8, p. 898-905, 2001.
- KAYANO, Jorge; CALDAS, Eduardo de Lima. **Indicadores para o diálogo**. São Paulo: Instituto Polis, PGPC-EAESP-FGV, CEDEC, 2002.
- KONING, Alice de. Top Management Decision Making: a framework based on the story model. In: **Academy of Management Proceedings**. Academy of Management, 1996.
- KOULOUMPIS, Victor D.; KOUIKOGLU, Vassilis S.; PHILLIS, Yannis A. Sustainability assessment of nations and related decision making using fuzzy logic. **Systems Journal, IEEE**, v. 2, n. 2, p. 224-236, 2008.
- KRESPI, Nayane Thais et al. Método *Displaced Ideal* Modificado no Ranqueamento das Empresas Listadas na BM&FBOVESPA: Uma Análise do Setor de Bens Industriais. **CASNAV, SPOLM**. Rio de Janeiro, 2012.
- KRESPI, Nayane Thais. Ranking de sustentabilidade e financeiro das empresas candidatas ao ISE 2011/2012: uma aplicação do método de displaced ideal e displaced ideal modificado. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.
- LAZAROIU, George Cristian; ROSCIA, Mariacristina. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**, v.47, p. 326-332. 2012.
- LEFF, Enrique. Educación en Ambiente para el Desarrollo Sustentable. Buenos Aires: Ed. Escuela Pedagógica y Sindical “Marina Vilte” de CTERA, 1998.
- LEITE, Luis Gustavo Tirado. **Desenvolvimento Sustentável Ambiental: Parceria Público Privada Alternativa na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-graduação em Direito, Universidade de Marília, São Paulo, 2011.
- LUZ, Sheila de Castro da.; SELBITTO, Miguel A.; GOMES, Luciana Paulo. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 557-570, 2006.
- MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade uma aplicação no Estado da Paraíba. João Pessoa: Sebrae, 2008.
- MCNAIR, C. J.; MOSCONI, William. Measuring performance in an advanced manufacturing environment. **Management Accounting**, v. 69, n. 1, p. 28-31, 1987.
- MITCHELL, Gordon. Problems and fundamentals of sustainable development indicators. **The Environment Centre**, University of Leeds, Leeds, UK. V.4. 1996.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Indicadores ambientais. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 26 abr 2013.
- MUNIER, N. Methodology to select a set of urban sustainability indicators to measure the state of the city, and performance assessment. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 5, p. 1020-1026, 2011.
- ONU, United Nations. United Nations Population Division. World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database. 2008. Disponível em:

http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_ExecSum_web.pdf. Acesso em: 27 abr 2013.

ORECCHINI, Fabio; VALITUTTI, Valeria; VITALI, Giorgio. Industry and academia for a transition towards sustainability: advancing sustainability science through university–business collaborations. **Sustainability Science**, v. 7, n. 1, p. 57-73, 2012.

PIRES, Sílvio. **Gestão da cadeia de suprimentos (SupplyChain Management): Conceitos, estratégias, práticas e casos**. Atlas, 2004.

RUSSELL, R. The role of performance measurement in manufacturing excellence. In: **BPICS Conference**. John Wiley & Sons, 1992.

SEARCY, Cory. Corporate sustainability performance measurement systems: a review and research agenda. **Journal of business ethics**, v. 107, n. 3, p. 239-253, 2012.

SELLITTO, Miguel Afonso; BORCHARDT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros. Avaliação de desempenho ambiental nas operações de duas empresas regionais de saneamento urbano. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas-ISSN 1984-2430**, n. 4, p. 153-168, 2012.

SEPÚLVEDA, Sérgio. Desenvolvimento microrregional sustentável: métodos para planejamento local. Brasília: IICA, 2005.

SHEN, Li-Yin et al. The application of urban sustainability indicators–A comparison between various practices. **Habitat International**, v. 35, n. 1, p. 17-29, 2011.

SILVÉRIO, Lidiane B.; FERREIRA, Alice S.; RANGEL, Luís Alberto D. Avaliação das Cidades da Região Sul Fluminense empregando o Método PROMETHEE II. In: XVII

SOUZA, José Henrique et al. Developing synthesis indicators for environmental performance. **Saúde e Sociedade**. São Paulo, v.18, n.3, p.500-514, 2009.

STROBEL, Juliana Scapulatempo. **Modelo para Mensuração da Sustentabilidade Corporativa Através de Indicadores**. 2005. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Eng. de Produção, UFSC, Florianópolis, 2005.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

VAN BELLEN, Hans Michael. Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006, 253 p.

VELEVA, Vesela et al. Indicators for measuring environmental sustainability: A case study of the pharmaceutical industry. **Benchmarking: An International Journal**, v. 10, n. 2, p. 107-119, 2003.

WAQUIL, Paulo D.; SCHNEIDER, Sergio; FILIPPI, Eduardo E.; CONTERATO, Marcelo A.; SPECHT, Suzimary. Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: 2005.

YARIME, M.; TRENCHER, G.; MINO, T.; SCHOLZ, R. W.; OLSSON, L.; NESS, B.; ROTMANS, J. Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and stakeholder collaborations. **Sustainability Science**, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2012.

ZELENY, Milan. **Multiple criteria decision making, Kyoto, 1975**. Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg, 1976.

ZELENY, Milan. Multiple Criteria Decision Making. New York: McGraw-Hill, Inc. 1982.

ZOBEL, T. et al. Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 4, p. 381-396, 2002.