



Gestão & Regionalidade

ISSN: 1808-5792

revista.adm@uscs.edu.br

Universidade Municipal de São Caetano do  
Sul  
Brasil

Marques de Carvalho, José Ribamar; Martins de Araújo Carvalho, Enyedja Kerlly; Fadlo Curi, Wilson  
Avaliação da sustentabilidade ambiental de municípios Paraibanos: uma aplicação utilizando o  
método promethee II

Gestão & Regionalidade, vol. 27, núm. 80, mayo-agosto, 2011, pp. 71-84

Universidade Municipal de São Caetano do Sul  
Sao Caetano do Sul, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133421279005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS PARAIBANOS: UMA APLICAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO PROMETHEE II**

### *ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF MUNICIPALITIES IN PARAÍBA: AN APPLICATION USING THE METHOD PROMETHEE II*

**José Ribamar Marques de Carvalho**

Professor da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis da  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

Data de envio: 27/05/2011

Data de aceitação: 04/08/2011

**Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais - PPGRN/UFCG.  
Universidade Federal de Campina Grande

**Wilson Fadlo Curi**

Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande e do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais –  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

#### **RESUMO**

Em vista da crescente preocupação com os aspectos que permeiam as questões ambientais relacionadas à sustentabilidade, a análise multicritério como suporte à decisão se constitui como uma importante ferramenta capaz de subsidiar a análise das condições econômicas, sociais, culturais e ambientais da população. Nesse sentido, o presente estudo objetiva avaliar a sustentabilidade ambiental de municípios paraibanos através do método Promethee II, estruturando o problema com a identificação das alternativas e dos critérios relevantes, no intuito de se obter uma ordenação das cidades em relação à sustentabilidade ambiental. Para tanto, fez-se o uso da pesquisa documental e exploratória e da análise multicriterial. Os resultados apontam que as cidades de Boqueirão, Sumé e Ouro Velho obtiveram os maiores valores quanto ao IMC (índice multicritério de sustentabilidade), enquanto que São João do Tigre, Camalaú e São Sebastião do Umbuzeiro tiveram as menores cifras quanto ao IMC, configurando-se como as cidades menos sustentáveis.

**Palavras-chave:** apoio multicritério à decisão; método Promethee II; sustentabilidade ambiental.

#### **ABSTRACT**

In view of increasing concern about the issues that permeate the issues related to environmental sustainability, multi-criteria analysis and decision support constitutes an important tool to support the analysis of economic, social, cultural and environmental aspects of the population. Accordingly, this study aims to evaluate the environmental sustainability of municipalities in Paraíba through the Method Promethee II, structuring the problem with the identification of the relevant alternatives and criteria in order to obtain a ranking of cities in relation to environmental sustainability. For that we made use of archival research and exploratory and multi-criteria analysis. The results show that the cities of Boqueirão, Sumé and Ouro Velho had the biggest values in relation to IMC (Multi-criteria Sustainability Index), while São João do Tigre, Camalaú and São Sebastião do Umbuzeiro had the lowest figures in IMC configured as less sustainable cities.

**Keywords:** multi-criteria decision aid; method Promethee II; environmental sustainability.

#### **Endereços dos autores:**

**José Ribamar Marques de Carvalho**

profribamar@gmail.com

**Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho**

enyedjakm@gmail.com

**Wilson Fadlo Curi**

wfcuri@yahoo.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro de uma mesma região, podem-se perceber grandes diferenças em suas áreas (econômica, social e ambiental, dentre outras), o que comprova as diversidades entre cidades e estados no mesmo país. É dentro deste contexto que a avaliação de municípios segundo indicadores de sustentabilidade se torna relevante para que se possa estimular o debate sobre o tema com o intuito de propor melhorias nas regiões que apresentam acentuadas diferenças.

Sob esse entendimento, a avaliação de níveis de sustentabilidade entre cidades se caracteriza como um problema complexo, que envolve diversas alternativas, analisadas segundo multiatributos. É neste âmbito que o apoio multicritério à decisão (AMD) pode ser utilizado como uma importante ferramenta no auxílio à tomada de decisão (SILVÉRIO, FERREIRA & RANGEL, 2007).

De acordo com Gomes, Araya & Carignano (2009), o AMD é um enfoque utilizado como elemento central da análise de decisões. Como tal, lança mão de informações sobre o problema, tendo como característica principal a análise de várias alternativas ou ações, sob diversos pontos de vista. Para fazer essa análise, os decisores frequentemente têm que comparar as alternativas presentes no processo decisório.

Morais & Almeida (2002) argumentaram que tomar decisões faz parte do dia a dia das pessoas, pois normalmente elas se deparam com problemas em que devem decidir sobre alguma coisa. Esta é uma atividade bastante complexa, embora quase despercebida, a qual envolve possíveis alternativas de ação, pontos de vista e formas específicas de avaliação, ou seja, considera múltiplos fatores.

Nesse sentido, os indicadores têm apresentado importante papel na tentativa de medir o grau de desigualdades sociais, econômicas, ambientais e culturais da sociedade, construindo ferramentas que auxiliem no processo de elaboração de estratégias para melhorar o contexto no qual se encontram inseridos os municípios (SILVA, 2007).

Silva, Correia & Cândido (2010) destacaram que os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta padrão em diversos estudos nacionais e internacionais, facilitando a compreensão das informações sobre fenômenos complexos, e ainda

atuam como base para análise do desenvolvimento que abrange diversas dimensões (nelas incluídas fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos e ambientais), uma vez que permitem verificar os impactos das ações humanas no ecossistema.

Em face do exposto e através de uma análise baseada no apoio multicritério à decisão (AMD), esse trabalho busca construir um índice de sustentabilidade que permita identificar e comparar quais cidades podem ser consideradas sustentáveis ou insustentáveis. Para isso, baseia-se nas possibilidades contidas no método Promethee II, que faz parte da família AMD.

Dessa forma, o presente estudo objetiva avaliar as 17 cidades da Região do Alto Curso do Rio Paraíba através da implementação do método Promethee II (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), estruturando o problema com a identificação das alternativas e dos critérios relevantes, no intuito de se obter uma ordenação das cidades em relação à sustentabilidade ambiental.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Processo de construção de indicadores hidroambientais

Dentro do processo de decisão, em geral são estabelecidos conflitos de interesse a partir das visões distintas dos decisores, quer sejam econômicas, quer sociais, políticas, ambientais etc. Dessa forma, e por serem pessoas diferentes, é ao menos razoável aceitar que suas habilidades são desenvolvidas de maneira diferente e com comportamentos desiguais. Nesse sentido, a construção de indicadores de sustentabilidade a partir dos métodos da análise multicriterial pode proporcionar o tratamento simultâneo de vários aspectos, levando em consideração metas, objetivos e atributos de cada indivíduo inserido dentro do processo decisório.

A problemática da tomada de decisão nos dias atuais é caracterizada por um número crescente de alternativas e critérios conflitantes, dentre os quais os decisores necessitam selecionar, ordenar, classificar ou, ainda, descrever com detalhes as alternativas a serem selecionadas, considerando múltiplos critérios (ARAÚJO & ALMEIDA, 2009).

Assim, a abordagem da análise multicritério na construção de indicadores ambientais pode ser embasada nas colocações de Weber (2002) e Jollivet & Pavé (2002) quando demonstram a importância da modelagem principalmente por dois motivos determinantes: (1) pela natureza dos problemas a serem considerados (extremamente complexos, com várias dimensões envolvidas); e (2) pela multiplicidade dos campos de especialização disciplinar envolvidos.

Para Pompermayer (2003: 2), muito se sabe a respeito de ações potenciais de conservação do meio ambiente, em especial daqueles em crescente escassez de recursos. No entanto, pouco se tem feito no sentido de evitar, num futuro próximo, sérios problemas diante das limitações desses recursos. Sendo assim, todo e qualquer esforço direcionado à recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais deve ser avaliado para que se tenha continuidade do desenvolvimento econômico de forma sustentável, assegurando o bem-estar da humanidade.

Para a referida autora, várias são as ferramentas e os métodos utilizados no campo do planejamento e da gestão ambiental como instrumentos de suporte à tomada de decisão, orientados para uma gestão contínua e integrada e o uso racional dos recursos. Vários são, também, os atores e agentes que, de uma forma ou de outra, estão envolvidos nessa questão e que atuam no processo de decisão, uma vez que a utilização de recursos hídricos envolve interesses múltiplos e, às vezes, conflitantes (POMPERMAYER, 2003).

Braga & Gobetti (2002: 361) destacaram que, raramente, uma decisão é tomada em função de um único objetivo. Mesmo em problemas corriqueiros do dia a dia, como a compra de um equipamento doméstico de informática, em geral não se utiliza puramente o critério de mínimo custo. Outros fatores pesam na decisão: durabilidade do produto, garantia de manutenção etc. Para esses autores, o processo decisório envolve múltiplos objetivos e múltiplos decisores com visões diferenciadas acerca das metas a serem adotadas no planejamento e na gestão.

A relevância de uma metodologia de apoio à tomada de decisão multicritério deriva do fato de que, na maioria das situações, não existe apenas um objetivo, e sim vários pontos de vista, sendo eles, geralmente, conflitantes entre si. Por isso, o processo de decisão deve ser orientado por uma análise com

métodos do tipo multicritério para apoiar o decisor na escolha das alternativas. Essa metodologia, por um lado, visa a auxiliar no processo de escolher, ordenar ou classificar as ações potenciais. Por outro, buscam incorporar múltiplos aspectos nesse processo, ao invés dos métodos monocritérios da pesquisa operacional tradicional (MORAIS & ALMEIDA, 2002).

Os métodos multicritérios visam a apoiar o processo decisório (não necessariamente prover uma solução). Curi & Curi (2010) argumentaram que os objetivos da análise multicriterial concentram-se basicamente na estrutura do problema e no processo de escolha entre duas ou mais alternativas de decisão. Na estruturação do problema, os maiores desafios estão na representação e organização formalizada do problema para aprendizagem, investigação/análise, discussão e busca da solução. Por sua vez, na escolha entre duas ou mais alternativas, surgem alguns problemas, por exemplo: levam-se em consideração diferentes critérios (consequências); podem tais alternativas ser contraditórias; podem existir vários decisores e diferentes opiniões; incorporam-se os juízos de valores dos decisores; pode a solução não satisfazer a todos decisores; usam-se dados qualitativos ou quantitativos (até com diferentes ordens de grandeza); pode-se ter mais de uma "solução ótima". Esses autores destacaram as etapas do processo de decisão envolvendo a análise multicritério, conforme demonstra a Figura 1.

Nesse sentido, o que se pode perceber após tais entendimentos é que o processo de construção de indicadores ambientais de sustentabilidade pode levar em consideração o uso dessas técnicas multivariadas, posto serem contextos os quais envolvem múltiplos usuários e múltiplas variáveis, o que o torna algo complexo e de difícil resolução, visto que a tentativa de resolver o(s) problema(s) a partir de objetivos conflitantes e com vários entendimentos pode acarretar uma abrangência diversa.

A análise multicritério é uma técnica conveniente para a avaliação dos problemas ambientais, uma vez que integra diferentes tipos de atributos e critérios, permitindo a comparação entre aspectos ambientais, econômicos, sociais, institucionais etc. na busca de melhoria do cenário em questão.

Rotineiramente, tanto na vida profissional como na privada, o indivíduo se depara com problemas cuja

resolução implica o que se considera uma tomada de decisão complexa. De modo geral, tais problemas possuem pelo menos algumas das seguintes características:

(...) os critérios de resolução do problema são em número de, pelo menos, dois e conflitam entre si; tanto os critérios como as alternativas de solução não são claramente definidos, e as consequências da escolha de dada alternativa com relação a pelo menos um critério não são claramente compreendidas; os critérios e as alternativas podem estar interligados, de tal forma que um critério parece refletir parcialmente outro critério, ao passo que a eficácia da escolha de uma alternativa depende de outra alternativa ter sido ou não também escolhida, no caso em que as alternativas não são mutuamente exclusivas; a solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitantes com os demais; as restrições do problema não são bem definidas, podendo mesmo haver alguma dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição; alguns critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são por meio de julgamentos de valor efetuados sobre uma escala; a escala para dado critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios; várias outras complicações podem surgir num problema real de tomada de decisão, mas esses sete aspectos anteriores caracterizam a complexidade de tal problema. Em geral, problemas dessa natureza são considerados mal estruturados (GOMES, ARAYA & CARIGNANO, 2009).

Lyra (2008: 15) argumentou que o uso dos métodos do tipo multicritério para apoio à decisão se baseia no princípio de que, para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento são pelo menos tão valiosos quanto os dados utilizados. Estes métodos analisam problemas incorporando critérios, tanto quantitativos como qualitativos. É certo que o aumento da complexidade do processo de decisão na escolha de indicadores ambientais se dá através da quantidade de variáveis envolvidas, do volume de informações, dos critérios estabelecidos etc., de maneira que tudo isso dificulta a elaboração de presun-

ções confiáveis e adequadas. Nesse sentido, “[...] sem o uso de ferramentas quantitativas e qualitativas adequadas, ter-se-á, naturalmente, a perda de precisão e de relevância nas informações pela limitação da capacidade humana de analisar todas as possíveis alternativas” (LYRA, 2008: 15).

Dentro desse contexto, o uso da análise multicritério na construção de índices ambientais tem por finalidade auxiliar o processo de decisão. No universo das pesquisas, existe uma exposição de aplicações dessas técnicas na área ambiental. A partir dessa ótica, a seguir são apresentados de maneira conceitual alguns aspectos interessantes sobre o método utilizado no estudo, que podem subsidiar análises na construção de índices e indicadores ambientais.

## 2.2. Método Promethee – *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*

Os métodos da família Promethee (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), que objetivam construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão, são ferramentas de suporte à decisão que fazem parte da escola francesa. Este método procura estabelecer uma estrutura de preferência entre as alternativas e os critérios que estão sendo avaliados. Aliás, Brans, Vincke & Mareschal (1986) apresentaram o método Promethee como uma nova classe de métodos de sobreclassificação em análise multicritério. Suas principais características são simplicidade, clareza e estabilidade.

No processo de análise, o objetivo se decompõe em critérios, e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos agentes decisores (ARAÚJO & ALMEIDA, 2009).

Verifica-se, segundo os estudiosos, que o método Promethee II estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas discretas, tendo uma função de preferência entre as alternativas para cada critério. Essa função indica a intensidade da preferência de uma alternativa em relação à outra, com o valor variando entre 0 (indiferença) e 1 (preferência total).

Trata-se de um método não compensatório que requer informações intercritérios correspondentes à

relativa importância entre os vários objetivos, ou seja, pesos dos critérios. Esses pesos podem ser decorrentes de cálculos técnicos ou de expressões de julgamento de valor. Assim, esses métodos favorecem as ações mais balanceadas, que possuem melhor *performance* média (MORAIS & ALMEIDA, 2002).

De acordo com esse método, o analista (considere-se o decisor ou o interessado no modelo) irá julgar alternativas em relação a cada critério, de modo que seja capaz de montar uma matriz de preferência. A partir disso, analisará os fluxos positivos e negativos dos critérios nas alternativas, obtendo assim a(s) melhor(es) alternativa(s) no processo de decisão.

Os passos necessários para operacionalização do Promethee II foram elencados por Silva (2007) e se encontram relacionados nos itens abaixo.

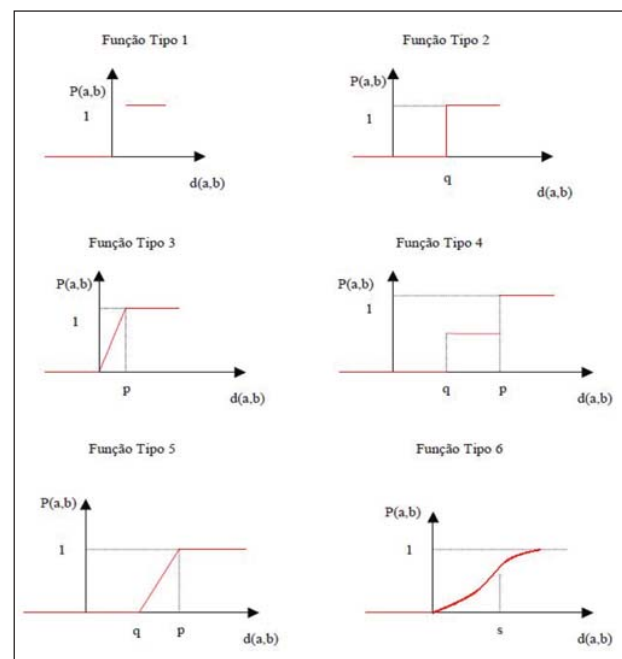
- 1) O primeiro passo consiste em calcular, para cada par de alternativas (critério a critério), as diferenças existentes entre os pares segundo o critério em questão. Essas diferenças são representadas por  $d$ . Em outras palavras, o cálculo de  $d$  tem como finalidade identificar a diferença de desempenho da alternativa  $a$  com a alternativa  $b$  em relação ao critério  $j$ , ou seja, tenta medir o quanto  $a$  supera  $b$  ( $a \succ b$ ).
- 2) Já na segunda etapa de operacionalização do Promethee II, tem-se um processo de avaliação da função de preferência relativa  $P$  (representa o grau de preferência do decisor quando este escolhe uma alternativa em relação à outra) para cada critério  $j$ , de acordo com o modelo de critério de decisão.

Brans, Mareschal & Vincke (1986) consideraram seis tipos de função de preferência (método Promethee II), que são apresentadas na figura a seguir. No caso da função de preferência do tipo 1, existe indiferença entre duas alternativas  $a$  e  $b$  somente se  $f(a) = f(b)$ ; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Na função do tipo 2, duas alternativas são indiferentes se a diferença entre suas avaliações não exceder o limiar de indiferença  $q$ ; caso contrário, há preferência estrita (CAVASSIN, 2004).

De acordo com Almeida & Costa (2002), o método Promethee se diferencia dos outros da escola fran-

cesa nos tipos de critérios utilizados. Podem-se empregar seis tipos de funções para descrever os critérios avaliados na implementação do método. Cada tipo de critério é caracterizado por uma função que busca representar a preferência do decisor. A função de preferência  $P_j(a_i, a_k)$ , que descreve cada critério, assume valores entre 0 e 1.

Para a função do tipo 3, é definido o limiar de preferência estrita  $p$ . Se a diferença entre avaliações de duas alternativas for menor que  $p$ , a preferência aumenta linearmente; se essa diferença for maior que  $p$ , existe preferência estrita pela alternativa de melhor avaliação. A função do tipo 4 utiliza os limiares de indiferença e preferência estrita,  $p$  e  $q$ , respectivamente. Se  $d(a, b)$  estiver entre  $q$  e  $p$ , existe preferência fraca pela alternativa  $a$ ; se  $d(a, b)$  for menor que  $q$ , existe indiferença; e se for maior que  $p$ , há preferência estrita pela alternativa  $a$  (CAVASSIN, 2004). A Figura 1 mostra os tipos de funções do método.



**Figura 1:** Funções de preferência – Promethee  
Fonte: Cavassin (2004).

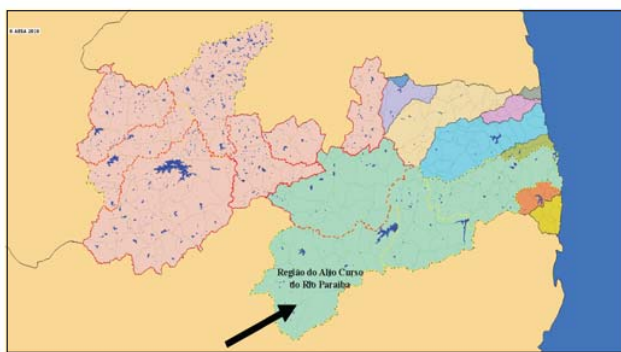
### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho consistiram em uma pesquisa documental e exploratória, na qual se fez o uso da análise multi-



critério (método Promethee II). Foram escolhidos, nesta primeira fase, oito indicadores ambientais (critérios), de maneira que fosse possível identificar aspectos da sustentabilidade ambiental das cidades estudadas.

Esses municípios estudados localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conhecida como sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, vez que é um espaço geográfico definido segundo as características hidrológicas do Estado da Paraíba. Nesta sub-bacia, estão situados 17 municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê. A Figura 2 destaca a localização da área da pesquisa.



**Figura 2:** Localização da área de estudo  
Fonte: Aesa (2011).

As dimensões, os critérios (indicadores) e as respectivas fontes escolhidas para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios localizados na região da sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba (17 municípios) encontram-se explicitados na Tabela 1.

O significado e a justificativa da escolha de cada um dos indicadores estão pautados nos estudos realizados por Sepúlveda (2005), Waquil *et al.* (2005), Cândido & Martins (2008) e Vasconcelos (2011), quando avaliaram a sustentabilidade ambiental em contextos geográficos (municípios e territórios rurais), a partir do uso de indicadores envolvendo várias dimensões/categorias.

A seguir, são explicitadas as principais razões, além das expostas acima, que fizeram com que os indicadores da proposta fossem utilizados.

**C1 – Indicador da taxa de alfabetização** – índice que mede o grau de alfabetização da população. O grau de alfabetização representa a proporção da população adulta que é alfabetizada, ou seja, expressa a relação entre as pessoas adultas capazes de ler e escrever e a população adulta total. A justificativa para a utilização deste indicador concentra-se no fato de que o desenvolvimento de uma nação poderá ser sustentável a partir do momento em que exista o acesso à educação, de modo que possa contribuir para a busca da conscientização ambiental, beneficiando assim o desenvolvimento em bases sustentáveis.

**C2 – Indicador da densidade demográfica** – dispositivo que consiste na quantidade de pessoas em uma determinada área geográfica, representando a totalidade de habitantes por quilômetro quadrado. A quantidade de pessoas em uma determinada área geográfica é um aspecto que influencia diretamente a qualidade de vida da população a partir da disponibilidade de espaço e infraestrutura para se viver em condições humanas de habitação. Dessa forma, é um índice que está relacionado com os

**Tabela 1:** Dimensões, critérios e fontes utilizadas no estudo

Dimensão do critério	Critério / Fonte
Social	C1 - Taxa de alfabetização; C3 - IDH-M (Ambos do Ideme-PB, 2008)
Demográfica	C2 - Densidade demográfica (IBGE, 2010)
Econômica	C4 - PIB <i>per capita</i> (IBGE, 2008) C5 - Transferências do SUS por habitante (IBGE, 2002)
Ambiental	C6 - Índice de abastecimento de água por rede geral (IBGE, 2002) C7 - Percentual de lixo coletado (IBGE, 2002) C8 - Percentual da população que não dispõe de instalação sanitária (IBGE, 2002)

Fonte: dados da pesquisa, 2011.

aspectos sociais, ambientais e econômicos, uma vez que a concentração inadequada de pessoas em uma determinada área geográfica pode causar degradação ambiental, pobreza, incidência de doenças, desemprego etc. (MARTINS & CÂNDIDO, 2008).

**C3 – Indicador do índice de desenvolvimento humano municipal** – instrumento que combina três dimensões fundamentais da vida humana: longevidade, educação e renda. Essas três dimensões são mensuradas pela renda *per capita* anual, uma medida de educação refletindo a taxa de analfabetismo de maiores de 15 anos e o número médio de anos de estudo, e esperança de vida em anos ao nascer. Estas três variáveis são transformadas em subíndices, que variam de zero a um, e sua média ponderada resulta em um indicador síntese, o IDH. Quanto mais próximo estiver de um o IDH, melhor será o nível de desenvolvimento apresentado (DUTT-ROSS, RIBEIRO & SANT'ANNA, 2010).

**C4 – Indicador do PIB *per capita*** – esse indicador é definido através da razão entre o valor do produto interno bruto (PIB) e a população residente. O produto interno bruto *per capita* indica o nível médio de renda da população em um país ou território, e sua variação é uma medida do ritmo do crescimento econômico dessa região. O PIB *per capita* sinaliza o estado do desenvolvimento econômico, e o estudo de sua variação informa o comportamento da economia ao longo do tempo. Dessa forma, apresenta uma relação positiva com o desenvolvimento local porque mostra o comportamento da economia.

**C5 – Indicador das transferências do SUS por habitante** – indicativo que explicita o percentual de transferências recebidas pelo município por habitante. O cálculo consiste na razão entre o total de transferência do Sistema Único de Saúde pelo governo federal e o número de habitantes do município. Foi utilizado este indicador posto que o acesso universal aos serviços de saúde é condição básica para a conquista e manutenção da qualidade de vida da população, e esta, por sua vez, é um dos pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável. As transferências com saúde por habitante constituem um indicador relevante por

expressar os gastos destinados à oferta dos serviços básicos de saúde por habitante.

**C6 – Indicador de abastecimento de água por rede geral** – dispositivo que expressa o percentual da população que utiliza o abastecimento de água por rede geral. A justificativa da escolha deste indicador concentra-se no fato de que o acesso à água tratada é fundamental para a melhoria das condições de saúde e higiene, podendo contribuir para o acompanhamento das políticas públicas de saneamento básico e ambiental.

**C7 – Indicador do percentual de lixo coletado** – esse indicador evidencia as informações relacionadas ao percentual que a população tem do serviço de coleta de lixo. Trata-se de uma informação relevante, já que está associada tanto à saúde da população quanto à proteção do ambiente, visto que os resíduos gerados pela população e não coletados ou dispostos em locais inadequados contribuem para a proliferação de vetores de doenças e podem contaminar o solo, os corpos d'água e, conseqüentemente, a saúde da população.

**C8 – Indicador do percentual da população que não dispõe de instalação sanitária** – elemento que expressa o percentual da população que não dispõe de formas adequadas de esgotamento sanitário. As variáveis utilizadas referem-se à população total residente em domicílios particulares. Seu uso se justifica, pois a existência de esgotamento sanitário é fundamental na avaliação das condições de saúde da população, uma vez que o acesso ao saneamento básico é essencial para o controle e a redução de doenças, e uma conseqüente melhoria da sustentabilidade ambiental.

Por sua vez, o motivo da escolha do método Promethee II justifica-se, em primeiro lugar, pelo seu fácil entendimento, potencializando, pois, a transparência do processo decisório, e também pelo fato de que a modelagem de preferências – procedimento que permite o ordenamento das alternativas segundo os vários critérios – é simples, e os conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação – indiferença, preferência fraca e preferência forte – têm um significado tangível para o decisor (JANNUZZI, MIRANDA & SILVA, 2009).



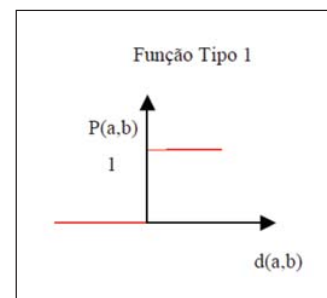
Já a definição dos pesos ( $w_j$ ) para os ( $n$ ) critérios presentes na análise do problema de decisão pode ser visualizada na tabela a seguir. A atribuição de pesos aos critérios adotados no estudo foi igual ( $0,125 = 100/8$ ). Optou-se pela estratégia de que cada um dos indicadores apresenta igual peso para a análise da sustentabilidade ambiental dos municípios a serem estudados, posto que nenhum indicador apresenta melhor poder de explicação em relação ao outro. Portanto, todos exerciam a mesma intensidade sobre o índice a ser proposto.

**Tabela 2:** Matriz de pesos dos critérios

Crítérios	c1	c2	c3 ...	cj ...	cn
Pesos	w1	w2	w3 ...	wj ...	wn

Fonte: elaboração própria, 2011.

Analisando os dados coletados, foram escolhidos os critérios gerais e parâmetros do estudo e a função de preferência. No caso, a função de preferência do tipo 1 foi escolhida. Nessa função, o raciocínio deve ser realizado da seguinte forma: existe indiferença entre duas alternativas  $a$  e  $b$ , somente se  $f(a) = f(b)$ ; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Ou seja, para o caso da pesquisa, atribuiu-se zero se o indicador fosse indiferente ou pior do que aquele com o qual foi comparado, e um se o indicador fosse melhor.



**Figura 1:** Função de preferência utilizado no estudo tipo 1 usual  
Fonte: Cavassin (2004).

O programa Pradin (Programa para apoio à tomada de decisão baseada em indicadores), versão 3.0, foi usado para gerar os relatórios das análises paritárias entre as cidades e os critérios (indicadores).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise descritiva dos indicadores

A seguir, estão evidenciados os resultados relacionados à caracterização dos indicadores de cada uma das dimensões analisadas e consideradas no estudo. A análise foi feita de forma comparativa entre os dezessete municípios analisados e que fazem parte da sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba (bacia do Rio Paraíba).

Uma análise individual sobre cada indicador coletado demonstra que, no geral, a média do indicador

**Tabela 3:** Fórmulas dos fluxos positivos e negativos do método Promethee II

O índice de agregação de preferência ( $A_i, A_k$ ), dado por:

$$\pi(A_i, A_k) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(A_i, A_k)$$

O fluxo de entrada  $\phi^+(A_i)$ , que representa o fluxo de sobreclassificação positivo, expressa o quanto uma alternativa "A" sobreclassifica as outras e é calculado através da fórmula:

$$\phi^+(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_i, A_k)$$

O fluxo de saída  $\phi^-(A_i)$ , que representa o fluxo de sobreclassificação negativo, expressa o quanto uma alternativa "A" é sobreclassificada por outras alternativas e é calculado através da fórmula:

$$\phi^-(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_k, A_i)$$

Para o método Promethée II, é necessário calcular o fluxo líquido:

$$\phi(A_i) = \phi^+(A_i) - \phi^-(A_i)$$

Fonte: adaptado de Silvério, Ferreira & Rangel (2007).

taxa de alfabetização (C1) foi de 67,39, com valor mínimo de 53,23 e valor máximo de 80,30. Os municípios com melhor desempenho em relação a este indicador foram Cabaceiras e Serra Branca. No tocante ao indicador densidade demográfica (C2), as maiores concentrações populacionais encontram-se nas cidades de Boqueirão, Monteiro e Ouro Velho, sendo que a média geral foi de 16,43, com valor mínimo de 5,39 e valor máximo de 45,40. Por sua vez, o indicador IDH-M (C3) apresentou valores melhores nas cidades de Cabaceiras, São João do Cariri, Sumé e Serra Branca: a média geral foi de 0,62, com valor mínimo de 0,53 e valor máximo de 0,68. O indicador PIB *per capita* (C4) se comportou melhor nos municípios de Congo, Boqueirão e Coxixola, observando-se que a média geral dos municípios foi de 4.451,84, com valor mínimo de 3.423,36 e valor máximo de 5.862,29. O indicador de transferências do SUS por habitante (C5) apresentou-se melhor em

Sumé, Serra Branca e Monteiro, registrando-se que a média geral das cidades foi de 138,66. Já o indicador de abastecimento por rede geral (C6) apresentou uma média geral de 46,29. O indicador relacionado à coleta de lixo (C7) foi melhor nas cidades de Sumé e Boqueirão. Finalmente, o indicador relacionado ao percentual de instalação sanitária (C8) mostrou as cidades com piores desempenhos: São João do Tigre e Camalaú, destacando-se que a média geral desse indicador foi de 37,67, o que demonstra uma situação preocupante em relação a esse cenário.

#### 4.2. Comparação paritária dos municípios com os respectivos critérios

As análises realizadas com o auxílio do Pradin 3.0 subsidiaram a elaboração da Tabela 5. É possível observar que o Município de São João do Tigre foi o

**Tabela 4:** Matriz desempenho dos municípios

CIDADES ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Amparo	65,56	17,12	0,60	4498,21	189,61	27,93	30,00	52,00
Barra de São Miguel	69,12	9,43	0,61	3949,75	98,19	56,62	38,39	34,47
Boqueirão	66,56	45,40	0,61	5338,76	190,96	64,89	64,15	20,95
Cabaceiras	80,30	11,12	0,68	4175,25	110,09	48,07	38,83	30,75
Camalaú	59,88	10,57	0,58	3921,34	113,51	36,30	34,58	55,40
Congo	64,86	14,06	0,63	5862,29	90,24	47,95	26,41	45,91
Coxixola	72,80	10,43	0,64	5033,32	126,47	50,46	38,04	42,41
Monteiro	64,48	31,28	0,60	4757,57	191,40	46,83	60,16	33,91
Ouro Velho	70,45	22,63	0,63	4423,59	96,68	64,46	65,75	33,54
Prata	64,87	20,07	0,61	4291,18	143,55	53,88	60,00	28,47
São Domingos do Cariri	72,38	11,06	0,68	4540,91	118,58	41,25	19,00	47,56
São João do Cariri	75,33	6,65	0,67	4481,98	113,60	39,35	40,14	32,51
São João do Tigre	53,23	5,39	0,53	3423,36	115,43	23,62	16,50	61,34
São Sebastião do Umbuzeiro	59,81	7,02	0,57	4217,54	105,04	61,18	60,58	33,04
Serra Branca	72,99	18,89	0,66	4436,87	192,26	0,04	49,47	27,17
Sumé	69,92	19,16	0,66	3917,53	233,66	62,32	68,10	24,40
Zabelê	63,05	18,97	0,60	4411,78	127,93	61,86	47,38	36,56
Média	67,39	16,43	0,62	4451,84	138,66	46,29	44,56	37,67
Mínimo	53,23	5,39	0,53	3423,36	90,24	0,04	16,50	20,95
Máximo	80,30	45,40	0,68	5862,29	233,66	64,89	68,10	61,34

Fonte: dados da pesquisa, 2011.

que apresentou o menor indicador de sustentabilidade multicritério (IMC = -0,6250), seguido dos municípios de Camalaú (IMC = -0,4062), São Sebastião do Umbuzeiro (IMC = -0,3281), Barra de São Miguel (-0,2187), Congo (IMC = -0,0703), Amparo (-0,031), São João do Cariri (IMC = -0,0156). No outro ponto, os municípios que apresentam melhor sustentabilidade foram os seguintes: Boqueirão (destacou-se por apresentar o melhor indicador – IMC = 0,396), seguido dos municípios de Sumé (IMC = 0,2891), Ouro Velho (IMC = 0,257), Monteiro (IMC = 0,187), Coxixola (IMC = 0,187), São Domingos do Cariri e Serra Branca (ambos com IMC = 0,133), Zabelê (IMC = 0,047), Prata (IMC = 0,047) e Cabaceiras (IMC = 0,023).

Com os resultados apresentados na Tabela 5, pode-se ainda identificar a posição do município segundo o indicador multicritério de sustentabilidade, numa escala de 0 a 100, bem como a ordem decrescente (posição ordinal do IMC). Por exemplo: as cidades de Boqueirão, Sumé e Ouro Velho obtiveram os maiores valores quanto ao IMC, ocupando as posições 17, 16 e 15 respectivamente, sendo estas as cidades que

apresentaram o maior indicador de sustentabilidade ambiental conforme os parâmetros de escolha dos oito indicadores analisados. Enquanto isso, São João do Tigre, Camalaú e São Sebastião do Umbuzeiro tiveram as menores cifras quanto ao IMC, ocupando a primeira, segunda e terceira posições, ou seja, se configuraram como cidades menos sustentáveis. Veja-se o comportamento de cada município no *ranking* do Gráfico 1. O uso do *ranking* dos municípios se torna essencial, já que permite visualizar o desempenho de cada município, podendo, ainda, permitir a comparação entre os municípios ao longo do tempo.

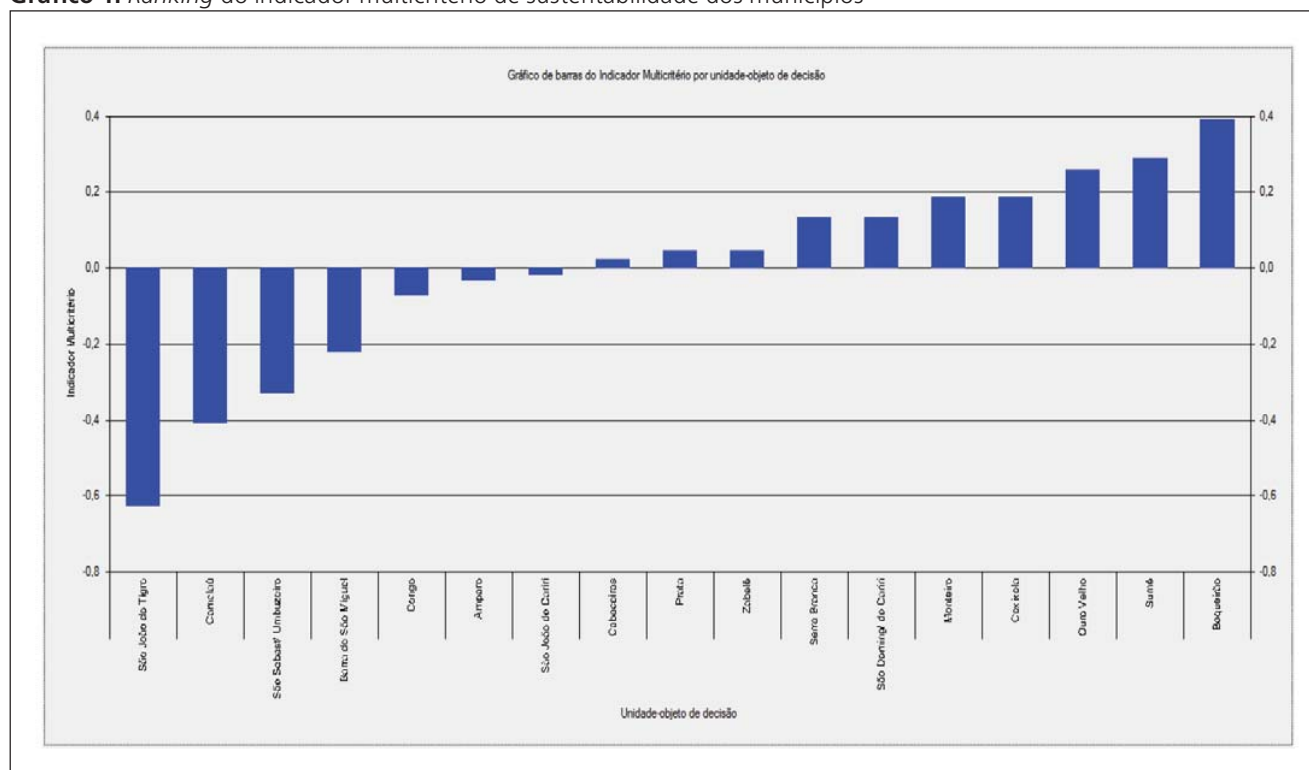
Os fluxos de superação são representados por fluxos positivos e negativos. Eles indicam o percentual de comparações de indicadores (duas a duas) em que o município superou ou foi superado pelos demais, conforme a função de preferência definida (neste caso, o critério usual). Pode-se verificar que Boqueirão apresentou maior fluxo de superação positiva quando comparado com cada um dos outros municípios estudados, superou-os em 68,7% das comparações e foi superado em, aproximadamente, 29,6%. Em

**Tabela 5:** *Ranking* do indicador multicritério de sustentabilidade dos municípios

<i>RANKING / MUNICÍPIOS</i>	<i>INDICADOR MULTICRITÉRIO (IMC)</i>	<i>ESCALA 0 – 100</i>	<i>POSIÇÃO</i>	<i>FLUXO POSITIVO</i>	<i>FLUXO NEGATIVO</i>
12º Amparo	-0,031	58,4	6	47,6	50,7
14º Barra de São Miguel	-0,219	40,0	4	38,2	60,1
<b>1º Boqueirão</b>	<b>0,391</b>	<b>99,99</b>	<b>17</b>	<b>68,7</b>	<b>29,6</b>
10º Cabaceiras	0,023	63,8	8	50,7	48,4
16º Camalaú	-0,407	21,5	2	29,6	70,3
13º Congo	-0,071	54,6	5	46,0	53,1
4º Coxixola	0,187	80,0	14	59,3	40,6
5º Monteiro	0,187	80,0	13	58,5	39,8
3º Ouro Velho	0,257	86,9	15	62,4	36,7
9º Prata	0,047	66,1	9	51,5	46,8
6º São Domingos do Cariri	0,133	74,6	12	56,2	42,9
11º São João do Cariri	-0,015	60,0	7	49,2	50,7
<b>17º São João do Tigre</b>	<b>-0,625</b>	<b>0,00</b>	<b>1</b>	<b>18,7</b>	<b>81,2</b>
15º São Sebastião do Umbuzeiro	-0,329	29,2	3	33,5	66,4
7º Serra Branca	0,133	74,6	11	56,2	42,9
2º Sumé	0,289	90,0	16	64,0	35,1
8º Zabelê	0,047	66,1	10	51,5	46,8

Fonte: dados da pesquisa, 2011.

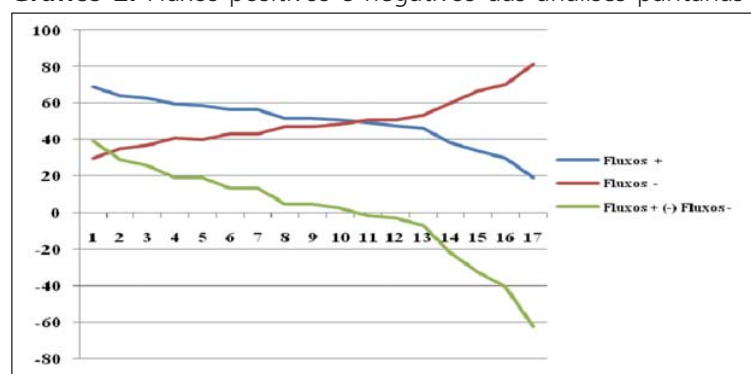
**Gráfico 1:** Ranking do indicador multicritério de sustentabilidade dos municípios



Fonte: dados da pesquisa, 2011, com base no Pradin, versão 3.0.

outras palavras, isso quer dizer que, em se tratando de sustentabilidade ambiental, Boqueirão, seguido de Sumé, Ouro Velho, Coixolá, Monteiro, São Domingos do Cariri, Serra Branca e Zabelê não estão em situação desfavorável, uma vez que seus indicadores superaram os demais municípios na grande maioria das comparações realizadas, principalmente os três primeiros. Observe-se a Tabela 6 e o Gráfico 2.

**Gráfico 2:** Fluxos positivos e negativos das análises paritárias



Fonte: dados da pesquisa, 2011.

**Tabela 6:** Fluxos positivos e negativos das análises paritárias

Municípios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Fluxos +	68,7	64	62,4	59,3	58,5	56,2	56,2	51,5	51,5	50,7	49,2	47,6	46	38,2	33,5	29,6	18,7
Fluxos -	29,6	35,1	36,7	40,6	39,8	42,9	42,9	46,8	46,8	48,4	50,7	50,7	53,1	60,1	66,4	70,3	81,2
Fluxos + (-) Fluxos -	39,1	28,9	25,7	18,7	18,7	13,3	13,3	4,7	4,7	2,3	-1,5	-3,1	-7,1	-21,9	-32,9	-40,7	-62,5

Fonte: dados da pesquisa, 2011.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais descobertas encontradas por intermédio dessa metodologia se configuram como de grande importância ao estudo, uma vez que ela contribui com mais um olhar para a região estudada, sendo capaz de estabelecer um índice de sustentabilidade hidroambiental para bacias hidrográficas através da análise de indicadores e dimensões.

A ordenação obtida através do método *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Promethée II) enfatiza a distinção entre as cidades mais e menos sustentáveis. Enquanto o Município de Boqueirão foi considerado como mais sustentável, com um fluxo líquido de 68,7, o de São João do Tigre obteve o pior fluxo líquido (negativo, de -81,2).

Observe-se que as cidades de Boqueirão, Sumé, Ouro Velho, Coxixola, Monteiro, São Domingos do Cariri, Serra Branca, Zabelê, Prata e Cabaceiras apresentam os melhores indicadores, enquanto que as cidades de São João do Cariri, Amparo, Congo, Barra de São Miguel, São Sebastião do Umbuzeiro, Camalaú e São João do Tigre apresentam os piores.

Notadamente, fica evidente que a aplicação do método Promethée II no estudo de caso pode apresentar outros resultados se os parâmetros das funções de preferências também forem outros, posto ser uma característica intrínseca do método. Com a finalização deste estudo, é possível então fazer uma análise crítica da situação das cidades da região que detêm melhor situação de sustentabilidade, oferecendo uma pequena contribuição para esta área, de modo que seja feita uma reflexão acerca do nível de desenvolvimento das cidades investigadas e, supostamente, se possa dar subsídios à formulação de melhores políticas públicas.

Apesar de os resultados gerados pela aplicação prática da metodologia serem considerados satisfatórios, já que permitem entender melhor o contexto paraibano, espera-se que surjam novas inquietações e diferentes possibilidades analíticas a partir dos resultados de sustentabilidade mensurados propostos, principalmente porque o conhecimento associado à mensuração de sustentabilidade no contexto geográfico ainda se encontra em fase de amadurecimento e desenvolvimento científico.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que existem muitas limitações na construção de um índice de sustentabilidade ambiental e, ainda, algumas arbitrariedades, dentre elas, se um indicador será constituído por várias dimensões ou apenas uma, bem como qual(is) dimensão(ões) entrará(ão) na composição do indicador, ou, mesmo, como a definição de seus pesos, configurando-se como passos arbitrários pela razão de não existirem dimensões, pesos e índices impostos pela sociedade, conforme argumentaram Santos (2004) e Dutt-Ross, Ribeiro & Sant'Anna. (2010).

Destaque-se ainda que, no presente estudo, foi feita a opção por selecionar apenas oito indicadores e 17 cidades no intuito de viabilizar a metodologia, de modo que, em etapas posteriores, seja possível ampliar o número de indicadores e dimensões (social, econômica, ambiental, político-institucional etc.).

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq<sup>1</sup> e a Capes<sup>2</sup>, pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

<sup>1</sup> Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>2</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESTADUAL DE ÁGUAS – AESA. *Site institucional*. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 03 de março de 2011.
- ALMEIDA, Adiel T. de & COSTA, Ana Paula C. S. Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método Promethee. *Revista Gestão & Produção*, v. 9, n. 2, p. 201-214, São Carlos, agosto, 2002.
- ARAÚJO, Afrânio G. de & ALMEIDA, Adiel T. de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método Promethee. *Revista Gestão & Produção*, v. 16, n. 4, p. 534-543, São Carlos, outubro/dezembro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INSTITUIÇÕES DE PLANEJAMENTO, PESQUISA E ESTATÍSTICA – ANIPES. Programa para apoio à tomada de decisão baseada em indicadores – Pradin. Versão 3.0. *Software desenvolvido por Paulo Martino Jannuzzi*. São Paulo: SEI-BA/Anipes, 2007. Disponível em: <[http://www.anipes.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5&Itemid=6](http://www.anipes.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=6)>. Acesso em: 06 de março de 2011.
- BRAGA JÚNIOR, Benedito P. F. & GOBETTI, Lucas C. *Análise multiobjetivo*. In: PORTO, Rubem la Laina et. al. (org.). *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002.
- BRANS, Jean-Pierre; VINCKE, Philippe & MARESCAL, Bertrand. How to select and how to rank projects: the Promethee method. *European Journal of Operational Research*, v. 24, n. 2, p. 228-238, February, 1986.
- CAVASSIN, Sirlei Aparecida. *Uso de metodologias multicritério na avaliação de municípios do Paraná com base no índice de desenvolvimento humano municipal*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR.
- CURI, Wilson F. & CURI, Rosires C. *Análise multicriterial*. Slides da disciplina de Otimização em Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Doutorado) da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2010.
- DUTT-ROSS, Steven; RIBEIRO, Rodrigo O. de A. & SANT'ANNA, Annibal P. Ranking de municípios para políticas públicas de Educação: comparação entre avaliações multicritério a partir do IDH. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 2, n. 2, p. 156-169, Rio de Janeiro, maio/agosto, 2010.
- GOMES, Luiz Flávio A. M; ARAYA, Marcella Cecília G. & CARIGNANO, Claudia. *Tomada de decisão em cenários complexos*. Introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. Tradução técnica de Marcella Cecília Gonzáles Araya. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GOMES, Luiz Flávio A. M; SIMÕES GOMES, Carlos Francisco & ALMEIDA, Adiel T. de. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. 3. ed. revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Site institucional*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de março de 2011.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL E ESTADUAL DA PARAÍBA – IDEME/PB. *Anuário estatístico da Paraíba*. João Pessoa: Ideme, 2008.
- JANNUZZI, Paulo de M.; MIRANDA, Wilmer Lázaro de & SILVA, Daniela S. G. da. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. *Revista Informática Pública*, ano 11, n. 1, p. 69-87, Belo Horizonte, 2009.
- JOLLIVET, Marcel & PAVÉ, Alain. Meio ambiente: questões e perspectivas para a pesquisa. Tradução de Anne Sophie de Pontbriand. In: VIEIRA, Paulo F. & WEBER, Jacques. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez, 2002.
- LYRA, Ricardo Luiz W. C. de. *Análise hierárquica dos indicadores contábeis sob a óptica do desempenho empresarial*. 2008. 161f. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) – Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- MORAIS, Danielle C. & ALMEIDA, Adiel T. de. Avaliação multicritério para adequação de sistemas de redução de perdas de água. *In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGP. Anais...* Curitiba: Abepro/PUC-PR, 2002.
- POMPERMAYER, Raquel de S. *Aplicação da análise multicritério em gestão de recursos hídricos: simulação para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: Unicamp.
- SANTOS, W. G. Censos, cálculos, índices e Gustave Flaubert. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 4 de dezembro de 2004.
- SEPÚLVEDA, Sergio. *Desenvolvimento microrregional sustentável: métodos para planejamento local*. Brasília: IICA, 2005. p. 292.
- SILVA, Agda Márcia da; CORREIA, A. M. M. & CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. *Ecological Footprint Method: avaliação da sustentabilidade no Município de João Pessoa, PB*. *In: CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande: UFCG, 2010. p. 236-271.
- SILVA, Daniela S. G. da. *Construção de indicadores de condições de vida através da análise multicritério: estudo aplicado aos municípios da Baixada Fluminense*. 2007. 148p. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais da Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro: Ence.
- SILVERIO, Lidianie B.; FERREIRA, Alice S. & RANGEL, Luís Alberto D. Avaliação das cidades da região sul fluminense empregando o método Promethee II. *In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGP. Anais...* Foz do Iguaçu: Abepro, 2007.
- VASCONCELOS, Ana Cecília F. de. *Índice de desenvolvimento sustentável participativo: uma aplicação no Município de Cabaceiras – PB*. 2011. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB.
- WAQUIL, Paulo Dabd; SCHNEIDER, Sergio; FILIPPI, Eduardo Ernesto; CONTERATO, Marcelo Antonio & SPECHT, Suzimary. Para medir o desenvolvimento territorial rural: validação de uma proposta metodológica. *In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER. Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- WEBER, Jacques. Gestão de recursos renováveis: fundamentos teóricos de um programa de pesquisas. *In: VIEIRA, Paulo F. & WEBER, Jacques (orgs.). Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. Tradução de Anne Sophie de Pontbriand Vieira e Christilla de Lassus. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.