

## O uso da Análise Multicritério na construção de um indicador de Condições de Vida: Estudo para a Baixada Fluminense

Daniela Santos Gomes da Silva, [danielasgs@oi.com.br](mailto:danielasgs@oi.com.br)

Paulo de Martino Jannuzzi, [paulo.jannuzzi@ibge.gov.br](mailto:paulo.jannuzzi@ibge.gov.br)

Escola Nacional de Ciências Estatísticas do IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

\*Recebido: Setembro, 2008 / Aceito: Agosto, 2009

### RESUMO

*O estudo explora as diferentes possibilidades do método Prométhée II – modelo AMD aqui adotado- com respeito à escolha de diferentes indicadores-critério, pesos e funções de preferência, para construção de um indicador para avaliar as condições de vida nos municípios da Baixada Fluminense. O trabalho está estruturado em três seções mais gerais, além da introdução e das considerações finais. Inicia-se com uma rápida revisão dos trabalhos de aplicação do AMD em situações voltadas a subsidiar o Ciclo de Políticas Públicas; apresenta-se a seguir aspectos metodológicos da aplicação e finaliza-se com a exposição do processo de construção do Indicador Multicritério de Condições de Vida para a Baixada Fluminense. Constata-se que, a escolha dos pesos ou as funções de preferência não tem grande impacto no ranqueamento dos municípios na escala de condições de vida, assim como o uso combinado de indicadores correlacionados como critérios. As diferenças no ranqueamento aparecem com emprego, como critérios, de conjunto de indicadores não correlacionados e diferentes funções de preferência.*

**Palavras-Chave:** Análise Multicritério. Indicadores Sociais. Políticas Públicas.

### 1. INTRODUÇÃO

O debate sobre a mensuração de condições e qualidade de vida ganhou fôlego a partir dos anos 1990, com a retomada do planejamento público e a necessidade de agregar maior transparência à gestão pública. Identificar e medir o nível de acesso da população a bens e serviços sociais tornou-se essencial para monitorar e avaliar as ações dos gestores, bem como, o resultado efetivo dos programas e das políticas sociais.

Desse modo, os indicadores sociais vêm adquirindo importância crescente no processo de tomada de decisão no setor público. Os indicadores possibilitam monitorar e avaliar a atuação governamental no âmbito das políticas públicas, orientando o processo decisório baseado em critérios técnicos. Através desses indicadores também é possível construir diagnósticos das condições de vida da população, abrindo um universo de possibilidades para avaliação do impacto das políticas públicas, identificando assim, avanços e retrocessos gerados a partir dessas políticas.

Várias propostas de medidas de avaliação de impacto de políticas públicas e indicadores de priorização de públicos-alvo de programas sociais têm sido sugeridas desde então, no bojo do sucesso que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) vêm desfrutando desde que foi lançado no Relatório de Desenvolvimento Humano de 1990. São exemplos mais conhecidos dessas medidas o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), desenvolvido pela Fundação João Pinheiro/MG, Índice Social Municipal Ampliado (ISMA) da Fundação Economia e Estatística/RS, o Índice Paulista de Responsabilidade Municipal (IPRS) da Fundação Seade, o Índice de Qualidade Municipal de Carências Sociais (IQM-Carências) da Fundação Cide/RJ, o Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) do IDHS/PUC-Minas e, mais recentemente criado, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), proposto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais do MEC.

De modo geral, essas medidas são construídas mediante a aplicação de um dos procedimentos técnicos: a computação da média- simples ou ponderada- de vários indicadores sociais, previamente padronizados ou transformados para escala 0 a 1 ou a aplicação da técnica de componentes principais no conjunto de indicadores sociais previamente selecionados, para extração do eixo-componente que abarque a maior parcela da variabilidade do conjunto (SCANDAR Neto 2006). O IDH é um exemplo da aplicação do primeiro procedimento, em que indicadores como a Renda per capita, Esperança de Vida são transformados – mediante uma função linear<sup>I</sup>- em medidas na escala 0 a 1 e, em seguida, somadas à medida-resumo entre a Taxa de Alfabetização e Taxa de Frequência Escolar Combinada, na forma de média simples<sup>II</sup>. O IPRS é um exemplo de medida computada através da aplicação da análise de componentes principais em subconjuntos temáticos de dez indicadores sociais – riqueza, educação e saúde.

Por suas características e finalidades, as técnicas de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) podem se constituir em alternativas interessantes – e com propriedades metodológicas e operacionais mais consistentes do que os procedimentos acima citados- para construção de medidas-resumo de avaliação de políticas públicas e, sobretudo, para desenvolvimento de indicadores de priorização de públicos-alvo de programas sociais. É o que este trabalho procura mostrar, pela construção de um indicador que permita identificar e comparar as condições de vida nos municípios da Baixada Fluminense. Procura-se explorar as diferentes possibilidades do método Prométhée II – modelo AMD aqui adotado- em produzir uma escala de hierarquização das condições de vida dos municípios, mediante a escolha de diferentes indicadores-critério e respectivos pesos.

O trabalho está estruturado em três seções mais gerais, além dessa introdução e das considerações finais. Inicia-se com uma rápida revisão dos trabalhos de aplicação do AMD em situações voltadas a subsidiar a tomada de decisão no Ciclo de Políticas Públicas; apresenta-se a seguir aspectos metodológicos da aplicação e finaliza-se com a exposição do processo de construção do Indicador Multicritério de Condições de Vida para a Baixada Fluminense.

## **2. APLICAÇÕES DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUBSIDIAR O CICLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

As aplicações do AMD em políticas públicas ainda não são frequentes como se poderia esperar. Há certamente um conjunto amplo de aplicações reportadas em concessionárias de serviços públicos, mas não propriamente em situações típicas envolvidas no ciclo de Diagnóstico, Formulação e Avaliação de Políticas e Programas Públicos. Ainda assim, é possível destacar o uso das ferramentas no planejamento e na avaliação de projetos/programas quanto à identificação de públicos-alvo, como os relatados abaixo.

Um dos trabalhos pioneiros de aplicação da AMD na temática aqui estudada no Brasil foi o de Costa (2001). Neste trabalho, o autor aplicou o modelo AHP para construção

de um indicador de carências municipais para o estado do Rio de Janeiro. À semelhança do IQM-Carências, partindo do conceito de carência como a falta ou o não acesso a direitos sociais, tomando a Constituição brasileira como definidora destes direitos e tendo como inspiração o modelo de “Hierarquia das Necessidades Humanas de Maslow”, o autor aplica o modelo AHP sobre um conjunto amplo de indicadores sociais para chegar a um indicador de ordenamento dos municípios fluminenses. Em outro trabalho -Gomes e Costa (2001)- com base em outros indicadores, os autores se propõem a construir um indicador de desenvolvimento econômico municipal, usando o modelo Electre Tri.

Cavassin (2004) desenvolveu um estudo sobre o uso das técnicas de AMD na avaliação de municípios segundo o IDH-M Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. O estudo (dissertação de mestrado da UFPR) buscou discutir o uso das ferramentas multicritério como alternativa ao IDH-M, para fins de avaliação dos municípios do Estado do Paraná, apontando vantagens e desvantagens de ambas as ferramentas. A autora apresenta um breve resgate sobre desenvolvimento humano, passando pela discussão das desigualdades sociais e condições de vida, chamando atenção para a necessidade de identificar áreas que demandam maior atenção do poder público, a fim de melhor conhecer as regiões críticas. Nesse sentido, ela coloca que as técnicas de análise multicritério têm contribuído bastante, principalmente, quando se tem vários critérios em análise. O estudo apresenta ainda um debate sobre o processo de tomada de decisão ressaltando seus principais aspectos e conceitos, discorre também sobre a fundamentação teórica das técnicas de AMD, bem como, sobre a metodologia do IDH-M. Além da análise do IDH-M para os municípios paranaenses foram aplicadas as seguintes metodologias de apoio multicritério à decisão: Prométhée II, Electre III e AHP. Através dos métodos de análise utilizados nesse trabalho, buscou-se ordenar os municípios de modo a identificar as áreas consideradas potencialmente críticas segundos os indicadores utilizados.

Um outro exemplo de utilização de AMD no tocante à avaliação da qualidade de vida municipal pode ser observado no trabalho de Lins; Gomes; Mello (2002), “Seleção do Melhor Município: integração SIG-Multicritério”. Trata-se de um estudo que tem como proposta apresentar de forma didática a metodologia de integração SIG-Multicritério. Para isso, buscou-se selecionar o melhor município do Estado do Rio de Janeiro em termos de qualidade de vida urbana. Após a análise dos resultados, os autores puderam observar, por exemplo, que os três municípios que apresentaram os melhores desempenhos pertencem à Região Serrana dos Estado. Eles sugerem que uma análise inversa também poderia ser realizada com o auxílio da integração SIG-multicritério, ou seja, uma avaliação dos municípios com os piores desempenhos em termos de qualidade de vida, onde a técnica se apresenta bastante adequada para no auxílio à escolha de áreas de investimento para fins de planejamento local.

Jannuzzi (2006) apresenta uma aplicação do uso método Prométhée II de apoio multicritério à decisão na identificação de públicos-alvo de programas sociais. O autor apresenta a proposta de construção de um Indicador Multicriterial de Déficit Social, com objetivo de permitir a priorização de programas sociais segundo os critérios elencados por gestores. Não é objetivo do estudo chegar a uma medida única e sintética, mas sim apresentar exemplo de indicador de déficit social construído pelo algoritmo Promethée que possa ser utilizado pelos agentes decisores (gestores) no ciclo das políticas públicas. Depois de ter estabelecido o conjunto de indicadores-critérios a ser utilizado para todos os municípios-alternativas do país, realizou-se simulações através da mudança de ponderação e de parâmetros, apresentando seus resultados por meio de cartograma. Baseado nesses resultados o autor ressalta para o fato de que se os indicadores forem correlacionados entre si a variação nos pesos, parâmetros e até mesmo retirada de municípios, não tem muito efeito no cálculo do indicador final.

Scandar Neto (2006) apresenta uma interessante aplicação da técnica AMD na construção de um Indicador de Desenvolvimento Sustentável (IDS) para os municípios fluminenses, seguindo o marco conceitual das Nações Unidas e usando os 30 indicadores

primários que são passíveis de construir na escala municipal no Brasil. O autor compara a solução encontrada pelo método Prometheé com a produzida através da média de escores padronizados e da técnica multivariada Componentes Principais. Em que pese o fato do autor acabar concluindo que dos três métodos de hierarquização dos municípios fluminenses a média seria a mais indicada- pela simplicidade e correlação com os indicadores primários- a solução obtida através da aplicação da técnica AMD parece ter se mostrado bastante consistente. De fato, o Indicador Multicritério calculado pelo autor também preservou uma correlação maior que a proporcionada pela técnica de Componentes Principais – que procura, na construção do primeiro componente principal, encontrar os indicadores com maior capacidade discriminante. Além disso, a solução multicritério oferece uma solução mais balanceada para ranqueamento dos municípios segundo o IDS, posicionando melhor aqueles que se apresentam com melhores indicadores dentre os 30 originalmente considerados.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA APLICAÇÃO DO AMD NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE PRIORIZAÇÃO SOCIAL**

Seguindo a abordagem metodológica de aplicação da técnica AMD sugerida por diversos autores – Ensslin *et al* (2001), Costa (2002) e Gomes *et al* (2002) – o primeiro passo é a definição clara do objetivo da aplicação- no caso, a busca de um indicador comparativo de condições de vida para os municípios da Baixada Fluminense. Ainda nesta etapa requer-se a definição dos agentes decisores e seus graus de influência/poder na determinação do indicador, lembrando que para efeito de exercício prático, nesse estudo, os decisores foram hipotéticos.

A etapa seguinte consiste na definição dos critérios a serem considerados no processo de avaliação dos municípios. Refere-se aos indicadores selecionados, onde, especificamente adotou-se como critério de auxílio à tomada de decisão, o conjunto de indicadores sociais considerados numa proposta de dimensionamento do déficit das necessidades sociais da população. O grau de importância atribuído pelo agente de decisão a cada um dos indicadores é o passo seguinte dessa etapa; por exemplo, para um determinado agente, os indicadores de infra-estrutura urbana podem ter maior importância do que indicadores de educação, de acordo com seus objetivos. Já para um outro agente de decisão, os indicadores de educação e saúde podem ter maior grau de importância do que os indicadores de infra-estrutura urbana, levando em conta seus objetivos. Por isso, é importante que logo após a definição dos indicadores que deverão compor o estudo se estabeleça o grau de importância destes para cada agente participante do processo de avaliação.

Na terceira etapa, após a definição dos critérios é necessário estabelecer os parâmetros utilizados para comparação dos municípios (alternativas) de acordo com estes mesmos critérios. Isto quer dizer que será determinado um padrão para efetuar tais comparações entre os municípios. Em outras palavras, quando se escolhe a função de preferência a ser utilizada, assim como os níveis de indiferença e de preferência, o que está se fazendo é definir qual será a regra de comparação entre os municípios.

O nível de indiferença pode ser entendido, neste caso, como um parâmetro relacionado ao erro amostral, à confiabilidade do indicador, isto é, em quanto será possível admitir uma diferença significativa entre os municípios para um determinado indicador. Por exemplo, se  $q = 5\%$ , ao comparar dois municípios para o indicador taxa de analfabetismo, se a diferença for inferior a 5%, é possível dizer que não há diferenças significativas entre os municípios de acordo com o limite de indiferença estabelecido; caso contrário, pode-se afirmar que um município se encontra numa situação melhor ou pior que o outro.

O limite de preferência estabelece um critério para avaliação mais apurado das diferenças entre os indicadores. Trata-se de avaliar não apenas se a diferença entre os indicadores de dois municípios é significativa, mas se é expressiva. Assim sendo, o limite de

preferência pode estar relacionado com os critérios normativamente estabelecidos para melhor adequação das condições de vida da população, ou seja, pode-se tratar do padrão que se espera atingir de acordo com as normas estabelecidas por compromissos sócio-político. Ao se definir, por exemplo,  $p = 10\%$  para a taxa de analfabetismo, significa dizer que na comparação entre as taxas, entre dois municípios, aquele que apresentar taxa superior a essa diferença teria preferência em relação ao outro, superando-o no critério estabelecido.

Após esses procedimentos, a etapa seguinte consiste no cálculo do Indicador Multicriterial através do uso de algum algoritmo AMD. Há diferentes técnicas e procedimentos quantitativos para busca da solução multicritério, apresentadas e discutidas na literatura internacional, como os relacionados em Gomes et al. (2002) e Gomes et al (2004). A escolha da técnica específica a ser empregada depende do tipo de problema em análise, do contexto em estudo, dos agentes decisores envolvidos, dos procedimentos de comparação das alternativas e tipo de respostas a que se quer chegar (escolha, ranqueamento, etc) (MORAIS e ALMEIDA 2006). Cada técnica simula de forma específica um determinado procedimento decisório, um conjunto de passos para chegar a uma solução.

Uma das técnicas do AMD que se presta a situações como as descritas anteriormente, de seleção ou ordenamento de alternativas, é a denominada pelo acrônimo Promethée (Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation) e suas variantes (de I a VI e Promethee-Gaia – vide CAVALCANTE e ALMEIDA 2005). Em particular, o procedimento multicritério PROMETHEE II parece reunir características interessantes para seu emprego nos processos decisórios típicos que os gestores públicos se envolvem. Em primeiro lugar, é de fácil entendimento, potencializando pois a transparência do processo decisório, requisito sempre desejável na esfera pública. Como bem observam Moraes e Almeida (2006), ao contrário de outros métodos, 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.

Outro aspecto que torna a técnica adequada para as aplicações aqui propostas é que, em geral, é possível identificar indicadores objetivos – levantados em pesquisas do IBGE e outras fontes- para os critérios de avaliação das alternativas, quando estas se referem a regiões ou grupos sociodemográficos específicos. Não é preciso um processo interativo exaustivo – como nos métodos de análise multicritério hierárquica – de atribuição de valores por cada decisor para os diferentes critérios valiativos. Ademais, os métodos Promethée tendem a produzir soluções que privilegiam alternativas mais balanceadas, isto é, que apresentam maior desempenho geral médio nos diversos critérios (GOMES et al 2004). Ou, de forma análoga, alternativas que, somente sob poucos critérios, são melhores que as demais – ainda que sejam muito melhores- não obtêm boa posição no ranqueamento nesse método. A construção de um consenso acerca do ordenamento ou escolha de alternativas é facilitado quanto apoiado por evidências empíricas mais frequentemente verificadas.

O método Promethée II tem o objetivo final de obter uma ordenação das alternativas, a partir de comparações duas a duas, para cada critério definido, segundo uma dada função de preferência, isto é, uma função que permita comparar duas alternativas e informar sobre a natureza de preferência (ou superação) de uma em relação à outra, atribuindo valores no intervalo de 0 a 1, dependendo da posição relativa (maior, menor ou igual) ou distância das alternativas quanto ao indicador observado de cada critério.

Este conjunto de etapas de operacionalização do método Promethée II foi implementado computacionalmente no Programa de Apoio a tomada de Decisão baseado em Indicadores (Pradin, disponível em [www.anipes.org.br](http://www.anipes.org.br)), desenvolvido em 2005. Esta versão dispunha das funcionalidades básicas para introduzir a técnica de Análise Multicritério, com rotinas de cálculo dos fluxos de superação positivos e negativos e do fluxo

de superação líquido, denominado no aplicativo de Indicador Multicriterial de ranqueamento (IMC), além de rotina de análise de sensibilidade da solução final. Em sua versão mais recente, novas funcionalidades foram introduzidas, com o algoritmo Promethée I, além de outros recursos de visualização gráfica.

Ainda na etapa de aplicação da técnica AMD, após a análise dos resultados é possível realizar simulações (etapa recorrente) através de mudanças quanto aos indicadores selecionados, retirando, trocando ou inserindo indicadores e alternativas, além de variações quanto à função de preferência e seus limiares, e quanto ao peso dos indicadores. Deste modo, é possível realizar a simulação de soluções quanto às alternativas avaliadas.

A penúltima etapa refere-se à realização de uma análise de sensibilidade do Indicador Multicriterial de modo a avaliar a robustez do indicador. A validação do indicador, ou seja, da solução encontrada, pode ser realizada através da avaliação do impacto de variações realizadas nos pesos dos indicadores, no grau de influência dos decisores, ou ainda na retirada de alternativas que se encontram nas extremidades, isto é, aquelas que tiverem apresentado melhor ou pior situação.

A sexta e última etapa permite realizar agrupamentos de soluções baseando os grupos pelos quantis ou de acordo com a proximidade do Indicador Multicriterial, o que permite uma solução além da hierarquização dos municípios, oferecendo soluções que apresentem grupos de municípios com características semelhantes de acordo com a avaliação realizada.

#### 4. A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR DE CONDIÇÕES DE VIDA PELA TÉCNICA AMD

Tendo o propósito de construir um indicador baseado na técnica multicritério que fosse representativo do déficit social dos municípios da Baixada Fluminense, selecionou-se um conjunto de sete indicadores que pudesse representar as deficiências no atendimento de serviços e bens públicos prestados à população desses municípios. Para construção do Indicador Multicriterial utilizou-se indicadores de rendimento, escolaridade, infra-estrutura urbana e densidade demográfica do Censo Demográfico 2000, utilizando-se os seguintes indicadores listados no Quadro 1.

Quadro 1: Indicadores usados para solução multicritério de Condições de Vida

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>PSE</b> ⇒ percentual de domicílios particulares permanentes sem acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica;</li><li>▪ <b>PSA</b> ⇒ percentual de domicílios particulares permanentes sem acesso a rede geral de água;</li><li>▪ <b>PSCL</b> ⇒ percentual de domicílios particulares permanentes sem acesso a coleta domiciliar de lixo;</li><li>▪ <b>PR_1SM</b> ⇒ percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes sem rendimento ou que recebem até um salário mínimo;</li><li>▪ <b>PR_4AE</b> ⇒ percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes sem instrução ou com até 4 anos de estudo;</li><li>▪ <b>PNA</b> ⇒ percentual de pessoas de 7 a 14 anos de idade não alfabetizadas;</li><li>▪ <b>DENSI</b> ⇒ densidade demográfica (hab/Km<sup>2</sup>).</li></ul> |
|---|

Dado o padrão de concentração de renda e riqueza e concentração populacional em grandes centros urbanos metropolitanos no Brasil, a densidade demográfica pode ser um indicador representativo de déficit social. Afinal, o solo urbano é um patrimônio valorizado nos grandes centros. Regiões mais adensadas incorreriam em um déficit social maior, pela complexidade urbana e deseconomias que a aglomeração urbana traz em si, como mostram as metrópoles brasileiras. Mais do que o padrão constitutivo dos imóveis – alvenaria em sua maioria, mesmo nas favelas – a densidade expressaria as condições de privação de espaço adequado para as funções humanas básicas de moradia, convívio social, lazer, etc.

Para representar tais deficiências no atendimento de serviços e bens públicos prestados à população foram realizadas diferentes escolhas metodológicas no sentido de testar os limites e potencialidades da técnica implementada no aplicativo Pradin. A fim de avaliar o efeito de cada uma das escolhas realizadas nas etapas metodológicas acima apresentadas no cômputo do indicador multicritério, realizou-se treze simulações conforme mostrado no Quadro 2, usando-se os indicadores de déficit social (critérios) selecionados.

As simulações sintetizadas estão agrupadas por diferentes grupos de cores, sendo que na primeira simulação no cômputo do indicador multicriterial – grupo marrom -, foi definido apenas um decisor, e foram utilizados os sete indicadores selecionados, todos com pesos iguais e função de preferência critério usual. Após a avaliação dos resultados dessa primeira simulação, decidiu-se pela realização de novas simulações adotando os parâmetros utilizados nesta primeira como referência para as seguintes.

Assim, no segundo grupo de escolhas metodológicas – grupo verde -, buscou-se analisar o efeito da retirada de cinco indicadores e do uso de diferentes funções de preferência, utilizando apenas os indicadores mais bem correlacionados com o Indicador Multicriterial da primeira simulação, a saber: percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes sem rendimento ou que recebem até um salário mínimo e percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes sem instrução ou com até 4 anos de estudo. A segunda simulação foi realizada com os mesmos parâmetros da primeira, sendo utilizado apenas esses dois indicadores, a fim de observar, a partir dos resultados obtidos, o efeito dessa modificação.

Em um terceiro momento, realizou-se uma troca na função de preferência, passando da função critério usual para a função critério de nível com área de indiferença e preferência, lembrando que esta função utiliza os limiares  $P$  e  $q$ . Essa mudança teve como intenção observar o impacto de uma flexibilização na função de preferência em relação aos parâmetros da segunda simulação. Na quarta simulação, que é a última do grupo verde, também foi realizada uma troca na função de preferência, passando a utilizar a função de preferência: monotônica contínua que leva em conta as distâncias dos indicadores e não apenas seus postos.

No próximo grupo de escolhas metodológicas – grupo lilás – considerou-se, além dos dois indicadores usados nas simulações do grupo verde, também a densidade demográfica. Portanto, nessa simulação utilizou-se todos os parâmetros da segunda simulação, porém, considerando agora três indicadores. O objetivo foi analisar o efeito da inclusão de um indicador não correlacionado com os demais.

Quanto à sexta simulação foram adotados os mesmos parâmetros da quinta, trocando apenas a função de preferência de critério usual para critério de nível com área de indiferença e preferência. Buscou-se analisar qual seria o resultado dessa mudança no que diz respeito à quinta simulação. A sétima simulação também é marcada pela troca da função de preferência em relação à quinta, onde, optou-se pela função monotônica contínua, a fim de observar o comportamento dos resultados quando se é levado em conta, ainda, à distância entre os indicadores.

No que diz respeito ao grupo azul de simulações – 8ª, 9ª, 10ª, e 11ª -, o objetivo foi testar o impacto de variações nos pesos dos indicadores a partir dos resultados obtidos, tomando como referência os parâmetros da sétima simulação.

Por fim, no grupo amarelo – simulações 12ª e 13ª – tomando como base os parâmetros da sétima simulação, utilizou-se dois decisores, onde, para cada decisor foi atribuído um grau de influência e cada um deles determinou pesos diferentes para os indicadores. O objetivo dessas simulações foi analisar o efeito da utilização de mais de um decisor com diferentes graus de influência, bem como, os diferentes pesos atribuídos para cada um dos indicadores.

Quadro 2: Sumário das simulações realizadas para cômputo do Indicador Multicriterial

Etapas	1ª simulação Marrom	2ª simulação verde	3ª simulação verde	4ª simulação verde	5ª simulação lilás	6ª simulação lilás	7ª simulação lilás	8ª simulação Azul	9ª simulação azul	10ª simulação azul	11ª simulação azul	12ª simulação amarelo	13ª simulação amarelo
Decisores e grau de influência	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	1 decisor	Decis.1 = 10 Decis.2 = 1	Decis.1 = 10 Decis.2 = 1
Indicadores usados	Todos os 7	PR_1SM PR_4AE	PR_1SM PR_4AE	PR_1SM PR_4AE	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.	PR_1SM PR_4AE DENSI.
Pesos dos indicadores	Iguais	Iguais	Iguais	Iguais	Iguais	Iguais	Iguais	PR_1SM = 9 PR_4AE = 1 DENSI. = 0	PR_1SM = 1 PR_4AE = 9 DENSI. = 0	PR_1SM = 1 PR_4AE = 8 DENSI. = 1	PR_1SM = 1 PR_4AE = 1 DENSI. = 8	Decisor 1: PR_1SM = 1 PR_4AE = 1 DENSI. = 8  Decisor 2: PR_1SM = 5 PR_4AE = 4 DENSI. = 1	Decisor 1: PR_1SM = 5 PR_4AE = 4 DENSI. = 1  Decisor 2: PR_1SM = 1 PR_4AE = 1 DENSI. = 8
Função de preferência	Critério usual	Critério usual	Critério de nível com área de indiferença e preferência $q = 5\%$ $p = 20\%$	Monotônica contínua	Critério usual	Critério de nível com área de indiferença e preferência $q = 5\%$ $p = 20\%$	Monotônica contínua	Monotônica contínua	Monotônica contínua	Monotônica contínua	Monotônica contínua	Monotônica contínua	Monotônica contínua
Efeito analisado	---	Retirada de indicadores já correlacionados em relação à 1ª simulação	Flexibilização da função de preferência em relação à 2ª simulação	Troca da função de preferência em relação à 2ª simulação, considerando as distâncias e não apenas os postos	Inclusão de um indicador não correlacionado em relação à 2ª simulação	Flexibilização da função de preferência em relação à 5ª simulação	Troca da função de preferência em relação à 5ª simulação, considerando as distâncias e não apenas os postos	Atribuição de pesos diferentes em relação à 7ª simulação	Atribuição de pesos diferentes em relação à 7ª simulação	Atribuição de pesos diferentes em relação à 7ª simulação	Atribuição de pesos diferentes em relação à 7ª simulação	Decisores com diferentes graus de influência e pesos em relação à 7ª simulação	Decisores com diferentes graus de influência e pesos em relação à 12ª simulação

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados desse plano de simulações - apresentado no Quadro 3, revela que, na comparação da 2ª simulação com a 1ª a retirada de cinco dos sete indicadores considerados não influenciou a ordem relativa dos municípios. Isto pode ser atribuído ao fato dos indicadores utilizados serem fortemente correlacionados com o Indicador Multicriterial e entre si.

Na seqüência de simulações (3 e 4), em que se dá mudança na função de preferência, é possível observar que o efeito das alterações realizadas também é pequeno em relação ao posicionamento ordinal dos municípios, onde, não há registro de mudança significativa quanto a posição dos municípios quando comparada com a ordenação obtida na 2ª simulação. Entretanto, deve-se ressaltar que houve uma diminuição na variabilidade do Indicador Multicriterial ao trocar as funções de preferência, sendo que quando se utiliza a função monotônica contínua essa redução se torna mais explícita do que quando se utiliza a função critério de nível com área de indiferença e preferência. Neste último caso, os limiares de preferência não parecem interferir muito no resultado da classificação ordinal. Vale observar que os fluxos de superação positiva e negativa são bem menores, em geral, que os da 1ª simulação.

Na 5ª simulação, com a inclusão da densidade demográfica - indicador dentre os sete selecionados inicialmente que apresentou menor correlação com o Indicador Multicriterial da 1ª simulação e o que está menos correlacionados com os demais - no conjunto de indicadores avaliados a partir da 2ª simulação, observou-se alterações quanto à ordenação dos municípios.

Três municípios tiveram troca em suas posições relativas, uma vez que Guapimirim passou da 10ª para a 7ª posição, Belford Roxo da 7ª para a 11ª posição e Paracambi da 4ª para 1ª posição, resultados obtidos na 5ª simulação quando comparado com a 2ª simulação.

O Indicador Multicriterial apresentou uma correlação positiva e forte com os indicadores PR\_1SM e PR\_4AE. Ocorreu ainda uma redução na dispersão do novo indicador. Existe ainda uma associação entre os indicadores obtidos na 5ª simulação e os indicadores da 2ª, embora o R2 (0,716) agora seja menor que o R2 (0,937) da comparação entre a 2ª e a 1ª simulação. Ou seja, se a retirada de indicadores correlacionados (2ª simulação) teve pouco efeito no IMC, a inclusão de um indicador não correlacionado com os demais, provocou uma alteração significativa nessa ordenação.

Ao testar a influência que a mudança de função de preferência exerceria sobre os resultados da simulação 5, pode-se observar que praticamente não houve alteração na posição dos municípios. Na simulação 7 apenas o município de São João de Meriti apresenta alteração significativa na ordem de sua posição, passando da 4ª para a 10ª posição quando comparado com o resultado da 5ª simulação. Isto pode ser explicado pelo fato de que a função escolhida agora monotônica contínua considera também as distâncias entre os indicadores e não apenas os postos conforme acontece com a função critério usual, o que no caso de São João de Meriti exerce muita influência devido ao fato deste município apresentar alta densidade demográfica em torno de 13 mil habitantes por quilômetro quadrado, muito mais que a dos demais municípios analisados.

Atribuindo-se pesos aos indicadores utilizados na 7ª simulação conforme acontece nas simulações 8, 9, 10 e 11 é possível notar, no caso desses indicadores, que o efeito desta alteração só tem destaque quando a densidade tem peso muito baixo (simulações 8, 9 e 10) ou quando tem peso muito alto (simulação 11) em relação aos demais indicadores, o que acontece devido ao fato desse indicador não ser tão bem correlacionado com os demais. São João de Meriti é o município que apresenta maior oscilação no tocante ao posicionamento quando comparado com a simulação 7. Nos momentos em que a densidade é praticamente nula (simulações 8, 9, e 10) São João de Meriti ocupa uma das três primeiras posições, revelando-se como um município com baixo déficit social, já no momento em que a densidade tem o maior peso (simulação 11), e, este é bem distante dos demais, o município volta a ocupar a 12ª posição, indicando que São João é o que apresenta maior déficit social dentre os

municípios. É importante destacar que a função utilizada foi monotônica contínua. Quanto aos demais municípios, estes não apresentaram mudanças relevantes em suas posições.

Ao realizar um outro exercício (simulação 12), no qual se utilizou dois decisores com graus de influência bem distantes, em que, o decisor com maior poder de influência concentra 80% do peso atribuído aos indicadores na densidade, tem-se que, apesar do outro decisor distribuir 90% de seus pesos nos indicadores de renda e educação, a maioria dos municípios fica com valores negativos quanto ao Indicador Multicriterial,. Quando o exercício realizado na simulação 12 é invertido (simulação 13), no que diz respeito ao peso aplicado aos indicadores atribuindo maior influência ao decisor que valoriza os indicadores PR\_1SM e PR\_4AE, o Indicador Multicriterial volta apresentar comportamento semelhante ao da maioria das outras simulações.

Com a finalidade de testar a consistência do indicador obtido nas simulações apresentadas, elegeu-se a 11ª simulação para realizar análise de sensibilidade de seus resultados, já que esta foi a última simulação que utilizou apenas um decisor e concentrou 80% do peso na densidade demográfica. A primeira avaliação consistiu na variação em 20% no peso dos indicadores, esta alteração não registrou influência significativa no resultado obtido, pelo que sugeriram os coeficientes de correlação de Pearson entre o indicador original e o calculado na análise de sensibilidade. No teste de sensibilidade da solução pela retirada de municípios nos extremos- alto e baixo IMC- os efeitos na hierarquização também não foram muito expressivos. De modo geral, a análise de sensibilidade acabou confirmando a solidez do indicador final computado na 11ª simulação.

Quadro 3 Posição dos municípios da Baixada Fluminense segundo o Indicador Multicriterial - 2000

Municípios	Posição do município segundo o IMC												
	1ª simulação	2ª simulação	3ª simulação	4ª simulação	5ª simulação	6ª simulação	7ª simulação	8ª simulação	9ª simulação	10ª simulação	11ª simulação	12ª simulação	13ª simulação
Belford Roxo	8	7	7	7	11	11	11	9	6	7	10	11	9
Duque de Caxias	6	5	4	4	6	7	5	6	4	4	7	7	5
Guapimirim	11	10	11	11	7	5	9	8	11	11	4	5	11
Itaguaí	5	6	6	6	5	3	4	5	7	6	2	2	6
Japeri	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9	12
Magé	10	11	9	9	10	9	7	10	10	10	5	6	8
Nilópolis	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11	10	1
Nova Iguaçu	4	3	3	3	3	4	2	3	3	2	6	4	2
Paracambi	3	4	5	5	1	2	3	4	5	5	1	1	3
Queimados	9	9	10	10	9	10	8	11	8	8	8	8	10
São João de Meriti	2	2	2	2	4	8	10	2	2	3	12	12	4
Serópédica	7	8	8	8	8	6	6	7	9	9	3	3	7

Fonte: Elaboração própria com uso do PRADIN.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais conclusões a que chega ao final desse trabalho é a aplicabilidade do modelo Prométhée como método para definição de uma escala de avaliação – ou indicador - das condições de vida nos municípios. A possibilidade de se introduzir vários critérios – indicadores-, por diferentes agentes decisores, com estruturas de ponderação específicas, os recursos de simulação de diferentes alternativas e análise de sensibilidade conferem às técnicas AMD – ao modelo Prométhée em particular – características interessantes ou até mesmo vantagens comparativas em relação aos procedimentos que vêm sendo aplicados na construção de indicadores sintéticos de avaliação de políticas públicas ou indicadores de priorização de programas sociais. Diferentes agentes públicos, frente a problemas sociais específicos a enfrentar, podem definir os indicadores-critério mais apropriados e pesos consensuados para os programas idealizados, não se prendendo à hierarquização previamente definida pelo indicadores sintéticos disponíveis como o IDH ou qualquer outro, desenvolvido para propósitos possivelmente diferentes ao problema em questão.

Do ponto de vista metodológico, as soluções AMD-Prométhée incorporam em sua medida final de ordenamento todos os critérios usados, isto é, estão correlacionadas com seus indicadores-critério, diferentemente das obtidas por componentes principais, mais associadas com as variáveis de maior dispersão. Além disso, as soluções AMD-Prométhée apresentam-se mais balanceadas que as medidas obtidas pela média, isto é, as alternativas que superam as demais com maior frequência tendem a melhor posicionadas na escala de ordenamento.

Pelas simulações realizadas pode-se verificar que o conjunto de indicadores e não a estrutura de ponderação – como o senso comum sugeriria – desempenha papel mais importante na escala de ordenamento dos municípios-alternativas. Diferentes estruturas de ponderação aplicados em indicadores muito correlacionados não produzem ordenamentos muito diferentes, ao final, resultado a que chegam, algebricamente, Hagerty e Land (2004) em outro contexto de aplicação. As simulações revelam também que a função de preferência pode ter impacto na solução de ordenamento: funções que considerem, além dos postos das alternativas, as diferenças de magnitude dos critérios podem destacar as alternativas com indicadores sociais muito diferentes dos demais.

É importante ressaltar que o conjunto de indicadores selecionados para construção de uma medida que pudesse representar o déficit na Baixada Fluminense não está fechado, e que tão somente esses indicadores são representativos do déficit social. Portanto indicadores como, por exemplo, de transporte público, de segurança entre outros, poderiam integrar o conjunto de indicadores utilizado, também chamado de conjunto critério de decisão. Outros indicadores, outros critérios, outras soluções. O importante é a transparência e consistência conferida pela técnica AMD, aspectos cada vez mais demandados na tomada de decisão no setor público.

## 6. REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Cristiano Alexandre Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelo multicritério de apoio a decisão para planejamento de manutenção preventiva utilizando Prométhée II em situações de incerteza. **Revista de Pesquisa Operacional**, versão on line (ISSN 1678-5142), v. 25, n. 2, p. 279-296, maio/agosto 2005.

CAVASSIN, Sirlei Aparecida. **Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. Dissertação de Mestrado. UFPR. Curitiba, 2004.

COSTA, Helder Gomes. Sobre o IQM e a análise multicritério. **Boletim de Economia Fluminense**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, v. II, n. 6, 2001.

COSTA, Helder Gomes. **Introdução ao Método de Análise de Análise Hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Niterói, RJ: UFF, 2002.

ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER NETO, Gilberto; NORONHA, Sandro Mac Donald. **Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. 1ª. edição. Florianópolis, SC: Insular, 2001.

GOMES, A. R.; COSTA, H. G. Classificação do desenvolvimento municipal: Uma abordagem multicritério pelo Electre tri. In: **Anais... XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2001, Salvador, BA., 2001. v. CD-ROM. p. 1-8.

GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro; SIMÕES GOMES, Carlos Francisco; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 1ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro; ARAYA, Marcela Cecilia González; CARIGNANO, Claudia. 1ª edição. **Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

HAGERTY, Michael R. e LAND, Kenneth C. **Constructing Summary Indices of Social Well-Being: A Model for the Effect of Heterogeneous Importance Weights**. Revision of a paper presented at the annual meeting of the American Sociological Association, Chicago, IL, August 16-19, 2002. Califórnia: Davis, 2004. [http://www.soc.duke.edu/~smeadows/cwi/cwi\\_webpage/section\\_i\\_files/paper2i.pdf](http://www.soc.duke.edu/~smeadows/cwi/cwi_webpage/section_i_files/paper2i.pdf) - Consultado em 10/01/2007

JANNUZZI, Paulo de Martino. Indicadores para Dimensionamento de Déficits de Atendimento de Programas Sociais e Identificação de seus Públicos-Alvo no Brasil. In \_\_\_\_\_ **Manual para capacitação em indicadores sociais nas políticas públicas e em direitos humanos: textos básicos e guia de uso e referência do material multimídia**. São Paulo, SP: Oficina Editorial, 2006.

LINS, Marcos Pereira Estellita; GOMES, Eliane Gonçalves; MELLO, João Carlos Carreira Baptista Soares de. Seleção do Melhor Município: Integração Sig-Multicritério. Rio de Janeiro, RJ: **Investigação Operacional**, v. 22, n. 1, 2002. p. 59-85.

MORAIS, D.C.; ALMEIDA, A.T. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Revista de Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 3, p. 567-584, set/dez 2006.

SCANDAR NETO, Wadih João. **Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses**. Rio de Janeiro, 2006 (Dissertação de Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais na ENCE/IBGE).

<sup>i</sup> A Transformação é do tipo  $T(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ ,  $X_i$ : valor da i-ésima unidade do Indicador X.

<sup>ii</sup> A medida-resumo entre a Taxa de Alfabetização e Taxa de Frequência Escolar Combinada já é uma medida na escala 0 a 1 e é computada como um média ponderada em que a primeira parcela tem peso de dois terço e a segunda, os restantes um terço.

## Building a Living Conditions Indicator with Multicriteria Techniques : Baixada Fluminense study

Daniela Santos Gomes da Silva, [danielasgs@oi.com.br](mailto:danielasgs@oi.com.br)

Paulo de Martino Jannuzzi, [paulo.jannuzzi@ibge.gov.br](mailto:paulo.jannuzzi@ibge.gov.br)

Escola Nacional de Ciências Estatísticas do IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

\*Received: September, 2008 / Accepted: August, 2009

### ABSTRACT

*This paper aims to show the process of computing an life conditions indicator for the cities of Baixada Fluminense, using Multicriteria techniques. It explores the different options of Promethée II technique – model MCA- combining different primary indicators, weights and preference functions. The paper is divided in three general sections, besides this introduction and the final remarks. It begins briefly reviewing papers on MCA applications dedicated to help the Public Policy Cycle process; then it presents methodological concerns and, finally, it shows the computing process of the Life Conditions Multicriteria Indicator for Baixada Fluminense. The weights or preference functions chosen do not seem to affect the cities ranking on the life conditions scale, as it appears to happen when the indicators used as criteria are correlated. The changes on cities rankings appear when criteria-indicators are nor correlated.*

**Keywords.** Multicriteria Analysis. Social Indicators. Public Policy.

---