

PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES NO SETOR SANEAMENTO VIA ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE DADOS DE QUALIDADE SÓCIOAMBIENTAL

*Eduardo Teixeira de Araújo Alpes¹; Raquel Lage Tuma² & Alexandre Kepler Soares³ **

Resumo – O saneamento básico e os elementos diretamente ligados à existência dele são fatores de extrema importância para a qualidade de vida da população. Em regiões de grandes extensões e escassos recursos financeiros, as ações do poder público geralmente não atingem de maneira satisfatória todas as localidades. Para promover o desenvolvimento dos municípios de toda uma região, os investimentos devem acontecer de maneira progressiva e contínua, com a determinação de ações e localidades prioritárias. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de se determinar os municípios do Estado de Goiás que apresentassem maiores necessidades de intervenções públicas no setor saneamento. Para tanto, utilizou-se como referência dados de qualidade da água e socioambientais oficiais. A determinação dos municípios prioritários foi realizada com a utilização do método de análise multicriterial Promethee II.

Palavras-Chave – Análise Multicritério, Saneamento, Qualidade da Água.

PRIORITIZATION OF SHARES IN SANITATION SECTOR BY MULTICRITERIA DATA ANALYSIS OF SOCIO-ENVIRONMENTAL QUALITY INDEXES

Abstract – Water supply and sanitation as well as the elements directly linked to his existence are of utmost importance to the quality of life. In regions of large area and limited financial resources, the actions of public authorities generally do not reach all locations satisfactorily. To support the development of the municipalities of an entire region, investments must take place progressively and continuously, with the determination of priority actions and locations. This study has been conducted with the objective of determining the needs of Goiás State municipalities to submit larger public interventions in the sanitation sector. It has been used as the reference data of water quality and environmental public officers. The determination of priority municipalities has been performed by using the multicriteria method of Promethee II.

Keywords – Multicriteria Analysis, Sanitation, Water Quality.

INTRODUÇÃO

A tomada de decisões a respeito de ações no setor saneamento deve considerar aspectos hidrológicos, hidráulicos, ambientais, econômicos, políticos e sociais, mutáveis no tempo e no espaço e associados a incertezas de difícil quantificação. Tais decisões impõem a necessidade de planejamentos estratégicos que conciliem eficiência econômica, sustentabilidade, flexibilidade e equidade. É desnecessário enfatizar que decisões de boa qualidade contribuem enormemente para o desenvolvimento do país em termos econômicos e sociais. Em contrapartida, situações concretizadas a partir de decisões pobres podem redundar em prejuízos de vários tipos (econômicos, sociais, ambientais, etc.) e são, geralmente, de correção onerosa, quando não impossível (PORTO, 1997).

¹ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: eduardo_araujo182@hotmail.com

² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, e-mail: tuma.raquel@gmail.com

³ Professor Adjunto, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: aksoares@gmail.com

Metodologias de auxílio à tomada de decisões baseadas na intensa utilização de bases de dados e modelos matemáticos vêm sendo aplicadas com sucesso a diversos campos de atividade humana em que o problema da decisão é muito complexo, como é o caso do gerenciamento e planejamento de sistemas do setor saneamento (PORTO, 1997). A questão da qualidade da água servida à população envolve não somente o devido tratamento da água bruta captada, mas também o controle da distribuição dela por meio de redes de tubulações nem sempre estanques. Além disso, a qualidade da água, avaliada por diferentes parâmetros, pode refletir o sucesso ou o fracasso de ações públicas de saneamento básico e onerar os serviços de saúde devido ao surgimento de epidemias, muitas vezes transformadas em endemias.

Sendo assim, torna-se imprescindível a análise dos diferentes fatores intervenientes da qualidade da água nos índices de desenvolvimento (ou involução) humano. Para tal, decisões complexas não são tomadas em função de um único objetivo, ou seja, deve ser levado em consideração o tratamento simultâneo dos diversos aspectos intervenientes por meio de objetivos múltiplos.

O projeto de pesquisa “Avaliação da qualidade da água distribuída à população dos municípios do Estado de Goiás, cujos prestadores de serviço sejam regulados pela AGR” abrangeu a análise da qualidade da água de abastecimento (aspectos físico-químicos e microbiológicos) de um total de 224 municípios do Estado de Goiás. Dentre os parâmetros analisados estavam Alcalinidade Total, Alumínio, Cloretos, Cloro Residual, CO₂ Livre, Condutividade, Cor Aparente, Dureza Total, Ferro Total, Fluoreto, Oxigênio Consumido, pH, Sólidos Totais Dissolvidos e Turbidez, na análise físico-química, contagem de Bactérias Heterotróficas e presença/ausência de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, na análise microbiológica.

Para a realização do presente trabalho, optou-se por restringir o número de municípios envolvidos no estudo com o objetivo de tornar mais viável o levantamento dos dados externos à pesquisa inicial e também para que a observação das análises presentes no método multicritério se tornasse mais clara. A escolha dos municípios envolvidos na análise final desse estudo foi feita com base nos parâmetros microbiológicos levantados durante a realização do projeto de pesquisa, usando como critério um índice bacteriológico criado especificamente para esse fim.

O objetivo do trabalho é realizar análises multicritério nos municípios amostrados do Estado de Goiás quanto à qualidade da água de abastecimento, para auxílio à tomada de decisão quanto às potenciais ações e, conseqüentemente, a priorização das decisões por meio do estabelecimento de uma estrutura de preferência entre alternativas, utilizando o método Promethee II.

ANÁLISE MULTICRITÉRIO: MÉTODO PROMETHEE

O método Promethee é uma tentativa de estabelecer de forma natural a estrutura de preferência do decisor. Tem-se mostrado um método fácil de ser aplicado, envolvendo ao mesmo tempo uma análise mais completa e explícita (PORTO, 1997). Para o tratamento de alternativas discretas avaliadas qualitativamente, o método Promethee estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas. A estrutura de preferência é definida através de comparações aos pares. O PRADIN – Programa de Apoio à Decisão Baseado em Indicadores – é um *software* desenvolvido no Brasil, em outubro de 2005, por Paulo de Martino Januzzi, “com o propósito de auxiliar programas de capacitação de técnicos do setor público, organizações não governamentais, pesquisadores e estudantes no campo dos Indicadores Sociais e Políticas Públicas, em especial no uso de técnicas de Análise Multicritério ou Auxílio Multicritério à Decisão (AMD)”. O Programa implementa a rotina do método Promethee II para a geração do *ranking* das alternativas. O fluxo de importância (ou superação) líquido é denominado, no aplicativo PRADIN, de Indicador

Multicriterial (IMC). É a partir dos valores obtidos de IMC que se gera um *ranking* completo e decrescente de todas as alternativas. De forma geral, ele permite a construção do IMC com a identificação dos agentes envolvidos e do poder de influência dos mesmos, especificação dos parâmetros para a análise multicritério, especificação de pesos e função de preferência. Ele permite testar as soluções através do teste de sensibilidade e definir os grupamentos de alternativas (JANNUZZI, 2006; JANNUZZI *et al.*, 2009; JANNUZZI, 2010).

Por se tratar de um método clássico de análise multicritério para a tomada de decisão, diversos trabalhos tratam sobre o método Promethee II, como o de Porto (1997).

ÍNDICE MULTICRITERIAL

Para a seleção dos municípios que seriam abrangidos pelo estudo de análise multicriterial neste trabalho, foram utilizados os dados obtidos pela análise microbiológica das amostras do projeto, o que deu origem ao Índice Bacteriológico. As análises das amostras de água proporcionaram a obtenção de três dados de caráter microbiológico: Contagem de Bactérias Heterotróficas; Presença de Coliformes Totais; e Presença de *Escherichia coli*.

Para dar equidade a todos os critérios utilizados no método, realizou-se a normalização dessas informações bacteriológicas, para obtenção de valores entre 0 e 1. Esse procedimento foi realizado a partir do tratamento dos dados, transformando os valores da contagem de bactérias em valores relativos, utilizando como referência o maior valor encontrado em uma única amostra (8032 bactérias), e considerando o valor 0 (zero) para a ausência e 1 (um) para a presença nos dados de Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

Após a normalização dos dados, o Índice Bacteriológico de cada amostra era determinado a partir da média geométrica dos três valores. Como os municípios envolvidos no projeto apresentavam diferentes quantidades de pontos amostrados, variando entre 3 e 40 locais de coleta, o Índice Bacteriológico geral de cada município era obtido a partir da média geométrica de todos os seus pontos.

Assim, dentre os 224 municípios envolvidos no processo, 195 apresentaram Índices Bacteriológicos diferentes de zero, com valores variando entre 0,0000069 e 0,73. Para diminuir a quantidade de municípios a serem estudados, definiu-se como critério de restrição o valor de 0,1, de modo que 51 municípios apresentaram Índice Bacteriológico com valores acima do limite estipulado.

Definidos os municípios a serem estudados, a segunda etapa do trabalho foi realizada a partir do levantamento de dados sócio-ambientais, disponibilizados por pesquisas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) e da Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás (SEGPLAN)/Instituto Mauro Borges. Os dados levantados, que foram utilizados para desenvolver os indicadores (critérios) do método Promethee são apresentados a seguir.

Índice Bacteriológico – O índice utilizado na escolha dos municípios foi modificado para ficar análogo aos demais indicadores ao ser utilizado como critério do método Promethee. A modificação do índice consistiu apenas em reconstruir os valores encontrados inicialmente, de forma que os municípios com melhores condições bacteriológicas obtivessem valores mais altos (mais próximos de 1), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Critério Índice Bacteriológico

| Índice Bacteriológico (Seleção de Municípios) | Índice Bacteriológico (Critério Promethee) |
|---|--|
| X | 1 - X |

IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. É uma variação do índice de Desenvolvimento Humano (IDH), desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) com o objetivo de possibilitar a comparação entre os níveis de desenvolvimento socioeconômico em diferentes países, regiões ou localidades. Ele é formado por quatro variáveis (taxa de alfabetização, taxa de escolarização, esperança de vida ao nascer e PIB per capita), que refletem a situação em três diferentes aspectos do desenvolvimento humano: educação, saúde e renda. Os valores do IDH-M variam de zero (nenhum desenvolvimento) a um (desenvolvimento completo) (FONSECA, 2010).

IFDM-Saúde – Índice FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro) de Desenvolvimento Municipal na área da saúde. O IFDM é um estudo anual do Sistema FIRJAN que acompanha o desenvolvimento de todos os 5.564 municípios brasileiros em três áreas: Emprego & Renda, Educação e Saúde, sendo que são disponibilizados para consulta tanto o índice geral quanto o índice de cada área de estudo. Ele é feito, exclusivamente, com base em estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. O índice tem variação entre zero e um, sendo que quanto mais próximo de um, maior o desenvolvimento da saúde no município.

PIB per capita – Produto Interno Bruto per capita. O PIB constitui um indicador das atividades econômicas de uma determinada região na medida em que representa o valor total da produção de bens e serviços. Dividindo o PIB pelo total da população, obtém-se o PIB per capita, indicador que mede o grau de desenvolvimento econômico de um país ou região. Logo o PIB municipal é calculado pela soma das riquezas produzidas por cada um dos setores produtivos (agropecuária, indústria e serviços) do município. A variação do PIB per capita indica o crescimento econômico do país ou território (FONSECA, 2010).

Os valores de PIB per capita dos municípios estudados foram utilizados para a criação do Índice PIB, utilizado como critério no método Promethee, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Critério Índice PIB

| PIB per capita do município A | Índice PIB município A (Critério Promethee) |
|-------------------------------|---|
| X | $\frac{(X - PIB_{mín})}{(PIB_{máx} - PIB_{mín})}$ |

Índice Água – Informação disponibilizada pelo Instituto Mauro Borges (IMB) de Estatística e Estudos Socioeconômicos / Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento – Goiás, que indica a porcentagem da população de cada município atendida por rede de distribuição de água no ano de 2011. Os dados, disponibilizados em números percentuais, foram utilizados no Índice Água com valores entre zero e um.

Índice Lixo – Informação disponibilizada pelo Instituto Mauro Borges (IMB) de Estatística e Estudos Socioeconômicos / Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento – Goiás, que indica a porcentagem da população de cada município atendida por coleta de lixo no ano de 2010. Os dados, disponibilizados em números percentuais, foram utilizados no Índice Lixo com valores entre zero e um.

Índice Esgoto – Informação disponibilizada pelo Instituto Mauro Borges (IMB) de Estatística e Estudos Socioeconômicos / Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento – Goiás, que indica a porcentagem da população de cada município atendida por rede de coleta de esgoto no ano de 2011. Os dados, disponibilizados em números percentuais, foram utilizados no Índice Esgoto com valores entre zero e um.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para os índices bacteriológicos dos municípios com valores superiores a 0,1, bem como os dados socioambientais destes, são apresentados na Tabela 3. Tais valores são adotados como critérios para a obtenção dos IMCs a partir do método Promethee II (Pradin).

Tabela 3 - Critérios municipais utilizados no método Promethee II

| Município | Índice Bacteriológico | IDH-M | IFDM Saúde | Índice PIB | Índice Água | Índice Lixo | Índice Esgoto |
|-----------------------|-----------------------|-------|------------|------------|-------------|-------------|---------------|
| Estrela do Norte | 0,26527 | 0,746 | 0,8699 | 0,0273 | 0,9381 | 0,8972 | 0 |
| Alto Horizonte | 0,44442 | 0,743 | 0,8404 | 1 | 0,9966 | 0,8541 | 0 |
| Professor Jamil | 0,63944 | 0,736 | 0,8304 | 0,02282 | 1 | 0,7276 | 0 |
| Araguapaz | 0,65649 | 0,729 | 0,8545 | 0,03038 | 1 | 0,7118 | 0,6749 |
| Mutunópolis | 0,66599 | 0,722 | 0,9218 | 0,0255 | 1 | 0,6186 | 0 |
| Aporé | 0,66658 | 0,752 | 0,8532 | 0,15215 | 1 | 0,6609 | 0 |
| Itajá | 0,66658 | 0,747 | 0,7897 | 0,06221 | 1 | 0,7826 | 0 |
| Carmo do Rio Verde | 0,68136 | 0,728 | 0,8337 | 0,06617 | 1 | 0,8114 | 0 |
| Bonópolis | 0,68870 | 0,683 | 0,7756 | 0,05639 | 1 | 0,6341 | 0 |
| Uruana | 0,71877 | 0,758 | 0,8453 | 0,03923 | 0,9966 | 0,8063 | 0,0355 |
| Serranópolis | 0,73672 | 0,742 | 0,6973 | 0,14552 | 1 | 0,7701 | 0 |
| Nova Iguaçu de Goiás | 0,74427 | 0,723 | 0,8311 | 0,02707 | 1 | 0,7186 | 0 |
| Itaguaro | 0,77588 | 0,746 | 0,7755 | 0,05127 | 1 | 0,831 | 0 |
| Amaralina | 0,77663 | 0,648 | 0,7582 | 0,03824 | 1 | 0,3859 | 0 |
| Varjão | 0,77767 | 0,729 | 0,8641 | 0,02777 | 1 | 0,7905 | 0 |
| Alvorada do Norte | 0,77776 | 0,688 | 0,8283 | 0,01846 | 1 | 0,8241 | 0,0243 |
| Mara Rosa | 0,77776 | 0,713 | 0,8831 | 0,03179 | 1 | 0,7599 | 0,6582 |
| Campinorte | 0,77778 | 0,75 | 0,745 | 0,03416 | 1 | 0,8457 | 0 |
| Campo Alegre de Goiás | 0,77778 | 0,802 | 0,7777 | 0,28025 | 1 | 0,7612 | 0 |
| Guaraíta | 0,77778 | 0,697 | 0,8562 | 0,02341 | 1 | 0,5998 | 0 |
| Inhumas | 0,81813 | 0,765 | 0,8228 | 0,04595 | 0,9455 | 0,9442 | 0,3926 |
| Damianópolis | 0,83102 | 0,634 | 0,8209 | 0,00284 | 1 | 0,6475 | 0 |
| Cocalzinho de Goiás | 0,83205 | 0,704 | 0,771 | 0,02629 | 1 | 0,7587 | 0 |
| Flores de Goiás | 0,83234 | 0,642 | 0,6523 | 0,02393 | 0,987 | 0,3258 | 0 |
| Buritinópolis | 0,83310 | 0,6 | 0,7611 | 0 | 1 | 0,5946 | 0 |
| São Domingos | 0,83333 | 0,631 | 0,7352 | 0,0247 | 1 | 0,5608 | 0 |
| Jaraguá | 0,83333 | 0,728 | 0,8096 | 0,02453 | 0,9401 | 0,834 | 0,1436 |
| Vila Boa | 0,83685 | 0,674 | 0,7146 | 0,08799 | 1 | 0,7783 | 0 |
| São João d'Aliança | 0,85684 | 0,718 | 0,7794 | 0,06073 | 0,9691 | 0,6321 | 0,0004 |
| Caiaçônia | 0,85945 | 0,735 | 0,7701 | 0,10352 | 0,9647 | 0,7646 | 0,634 |
| Heitorai | 0,86772 | 0,744 | 0,8962 | 0,04289 | 1 | 0,7529 | 0 |
| Novo Brasil | 0,87149 | 0,712 | 0,7668 | 0,04906 | 0,9844 | 0,7185 | 0 |
| Anhanguera | 0,88182 | 0,802 | 0,8364 | 0,03207 | 1 | 0,9143 | 0 |
| Monte Alegre de Goiás | 0,88275 | 0,625 | 0,7199 | 0,00963 | 1 | 0,5221 | 0 |
| Mundo Novo | 0,88619 | 0,761 | 0,8615 | 0,0346 | 1 | 0,5328 | 0 |
| Orizona | 0,88687 | 0,768 | 0,8044 | 0,09521 | 1 | 0,7649 | 0 |
| Crixás | 0,88796 | 0,717 | 0,8482 | 0,08288 | 0,8378 | 0,7419 | 0 |
| Cavalcante | 0,88828 | 0,609 | 0,7219 | 0,11624 | 1 | 0,5097 | 0 |
| Araçu | 0,88854 | 0,733 | 0,8382 | 0,03228 | 1 | 0,9038 | 0 |
| Uirapuru | 0,88857 | 0,662 | 0,939 | 0,03846 | 0,961 | 0,6509 | 0 |
| Buriti de Goiás | 0,88858 | 0,731 | 0,9259 | 0,03849 | 0,9306 | 0,8264 | 0 |
| Itaguari | 0,88867 | 0,72 | 0,7704 | 0,03629 | 0,998 | 0,86 | 0 |
| Taquaral de Goiás | 0,88871 | 0,726 | 0,6741 | 0,03966 | 1 | 0,8125 | 0 |
| Minaçü | 0,88886 | 0,749 | 0,8121 | 0,12913 | 0,9982 | 0,8494 | 0,0001 |
| Campinaçu | 0,88888 | 0,733 | 0,8234 | 0,02728 | 1 | 0,5919 | 0 |
| Rubiataba | 0,88888 | 0,748 | 0,8714 | 0,0371 | 0,9385 | 0,8497 | 0,1061 |
| Nova América | 0,88888 | 0,715 | 0,7546 | 0,02463 | 1 | 0,7742 | 0 |
| Americano do Brasil | 0,88889 | 0,732 | 0,7515 | 0,0688 | 1 | 0,8725 | 0 |
| Goianápolis | 0,88889 | 0,689 | 0,7713 | 0,00723 | 0,9816 | 0,9517 | 0 |
| Lagoa Santa | 0,88889 | 0,748 | 0,8215 | 0,06084 | 1 | 0,6644 | 0,8167 |
| Santa Isabel | 0,88889 | 0,72 | 0,841 | 0,05309 | 1 | 0,6978 | 0 |

Analisando separadamente cada um dos indicadores/critérios mostrados na Tabela 3, observa-se que o IDH-M apresentou média de 0,7168, mínimo de 0,6 e máximo de 0,802, com os piores desempenhos sendo apresentados pelos municípios Buritinópolis, Cavalcante, Monte Alegre de Goiás, São Domingos e Damianópolis. O indicador IFDM-Saúde apresentou média de 0,8062, com mínimo de 0,6523 e máximo de 0,939, com os menores valores sendo apresentados pelos municípios Flores de Goiás, Taquaral de Goiás, Serranópolis, Vila Boa e Monte Alegre de Goiás. No critério Índice PIB, que por ser um índice relativo apresenta mínimo de 0 (zero) e máximo de 1 (um), com média de 0,0709, os municípios mais deficitários foram Buritinópolis, Damianópolis, Goianópolis, Monte Alegre de Goiás e Alvorada do Norte. O abastecimento de água apresentou muitos municípios com boas condições de atendimento, com o Índice Água apresentando valor médio 0,9876, com máximo de 1 (um) e mínimo de 0,8378, e com os piores resultados sendo apresentados por Crixás, Buriti de Goiás, Estrela do Norte, Rubiataba e Jaraguá. Quanto ao Índice Lixo, que teve média de 0,7332, mínimo de 0,3258 e máximo de 0,9517, os municípios com piores resultados foram Flores de Goiás, Amaralina, Cavalcante, Monte Alegre de Goiás e Mundo Novo. Ao contrário das condições encontradas no Índice Água, o atendimento de rede de esgoto no estado de Goiás encontra-se muito precário, com 40 dos 51 municípios estudados apresentando total ausência de atendimento. Assim, o Índice Esgoto apresentou média de 0,06836, máximo de 0,8167 e mínimo de 0 (zero). Finalmente, o critério Índice Bacteriológico apresentou média de 0,7994, mínimo de 0,2653 e máximo de 0,8889, com os piores resultados sendo apresentados pelos municípios Estrela do Norte, Alto Horizonte, Professor Jamil, Araguapaz e Mutunópolis.

Os municípios foram comparados dois a dois, em todos os critérios, com a utilização do aplicativo PRADIN 3.0. Os resultados obtidos de Fluxos (+ e -), IMC e posicionamento são apresentados nas Figuras 1 e 2.

A atribuição de pesos iguais para todos os critérios estabeleceu o *ranking* decrescente dos municípios prioritários, conforme Tabela 4. O IMC apresentou forte correlação com IDH-M (0,81), correlação moderada com Índice Lixo (0,65), IFDM – Saúde (0,414) e Índice Esgoto (0,307), e correlação muito fraca com os critérios Índice PIB (0,19), Índice Bacteriológico (0,094) e Índice Água (-0,084).

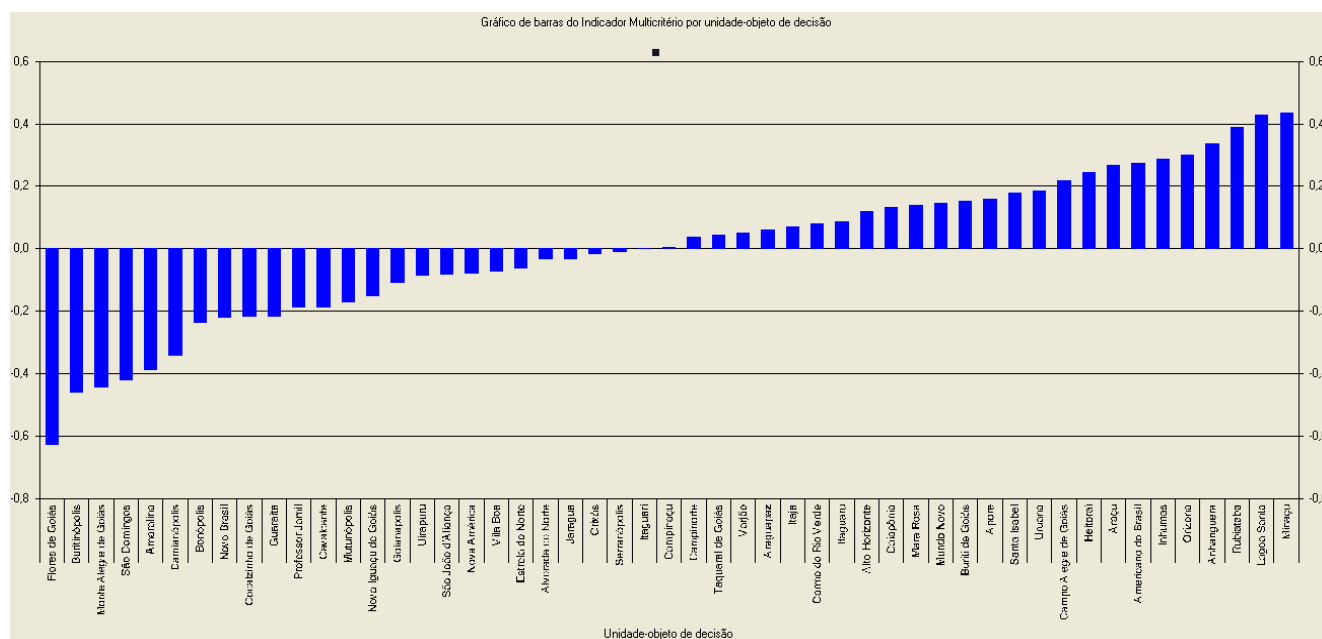


Figura 2 - Indicador Multicritério (IMC)

Pradin 3.0 - Programa de apoio à tomada de decisão baseada em indicadores - [Indicador Multicritério (1)]

Arquivos Parâmetros Métodos Janela Ajuda Sobre

Dados

Cálculo do Indicador Multicritério

| Município | Ind MC | Escore | Pos | Flx + | Flx - |
|-----------------------|---------|--------|-----|-------|-------|
| Estrela do Norte | -0,0629 | 53,0 | 20 | 41,1 | 47,4 |
| Alto Horizonte | 0,1200 | 70,3 | 34 | 50,2 | 38,2 |
| Professor Jamil | -0,1857 | 41,5 | 11 | 30,2 | 48,8 |
| Araguapaz | 0,0600 | 64,6 | 30 | 47,9 | 41,9 |
| Mutunópolis | -0,1686 | 43,1 | 13 | 31,1 | 47,9 |
| Aporé | 0,1600 | 74,1 | 39 | 47,4 | 31,4 |
| Itajá | 0,0686 | 65,4 | 31 | 42,8 | 35,9 |
| Carmo do Rio Verde | 0,0800 | 66,5 | 32 | 43,4 | 35,4 |
| Bonópolis | -0,2371 | 36,6 | 7 | 27,7 | 51,4 |
| Uruana | 0,1857 | 76,5 | 41 | 59,1 | 40,5 |
| Serranópolis | -0,0086 | 58,2 | 24 | 39,1 | 39,9 |
| Nova Iguaçu de Goiás | -0,1514 | 44,7 | 14 | 31,9 | 47,1 |
| Itaguara | 0,0857 | 67,1 | 33 | 43,7 | 35,1 |
| Amaralina | -0,3857 | 22,6 | 5 | 20,2 | 58,8 |
| Varjão | 0,0514 | 63,8 | 29 | 41,9 | 36,8 |
| Alvorada do Norte | -0,0314 | 56,0 | 21 | 43,4 | 46,5 |
| Mara Rosa | 0,1400 | 72,2 | 36 | 51,9 | 37,9 |
| Campinorte | 0,0371 | 62,5 | 27 | 41,1 | 37,4 |
| Campo Aleg/e de Goiás | 0,2171 | 79,5 | 42 | 49,9 | 28,2 |
| Guaraíta | -0,2143 | 38,8 | 10 | 28,5 | 49,9 |
| Inhumas | 0,2857 | 85,9 | 46 | 64,2 | 35,7 |
| Damianópolis | -0,3400 | 26,9 | 6 | 22,5 | 56,5 |
| Cocalzinho de Goiás | -0,2143 | 38,8 | 9 | 28,8 | 50,2 |
| Flores de Goiás | -0,6257 | 0,0 | 1 | 13,1 | 75,7 |
| Buritinópolis | -0,4600 | 15,6 | 2 | 16,5 | 62,5 |
| São Domingos | -0,4200 | 19,4 | 4 | 18,5 | 60,5 |
| Jaraguá | -0,0314 | 56,0 | 22 | 48,2 | 51,4 |
| Vila Boa | -0,0714 | 52,2 | 19 | 35,9 | 43,1 |
| São João d'Aliança | -0,0800 | 51,4 | 17 | 45,9 | 53,9 |
| Caiapônia | 0,1314 | 71,4 | 35 | 56,5 | 43,4 |
| Heitorai | 0,2429 | 81,9 | 43 | 51,7 | 27,4 |
| Novo Brasil | -0,2200 | 38,2 | 8 | 33,4 | 55,4 |
| Anhanguera | 0,3371 | 90,8 | 48 | 56,2 | 22,5 |
| Monte Alegre de Goiás | -0,4429 | 17,2 | 3 | 17,4 | 61,7 |
| Mundo Novo | 0,1457 | 72,7 | 37 | 46,8 | 32,2 |
| Orizona | 0,3000 | 87,3 | 47 | 54,5 | 24,5 |
| Crixás | -0,0143 | 57,6 | 23 | 43,7 | 45,1 |
| Cavalcante | -0,1857 | 41,5 | 12 | 30,2 | 48,8 |
| Araçu | 0,2686 | 84,3 | 44 | 52,8 | 25,9 |
| Uirapuru | -0,0829 | 51,2 | 16 | 40,2 | 48,5 |
| Buriti de Goiás | 0,1514 | 73,3 | 38 | 51,9 | 36,8 |
| Itaguari | 0,0000 | 59,0 | 25 | 44,2 | 44,2 |
| Taquaral de Goiás | 0,0429 | 63,0 | 28 | 41,7 | 37,4 |
| Mináçu | 0,4343 | 99,9 | 51 | 71,7 | 28,2 |
| Campinaçu | 0,0029 | 59,3 | 26 | 39,4 | 39,1 |
| Rubiataba | 0,3886 | 95,6 | 49 | 69,1 | 30,2 |
| Nova América | -0,0771 | 51,7 | 18 | 35,7 | 43,4 |
| Americano do Brasil | 0,2743 | 84,9 | 45 | 52,8 | 25,4 |
| Goianópolis | -0,1086 | 48,7 | 15 | 38,5 | 49,4 |
| Lagoa Santa | 0,4286 | 99,4 | 50 | 65,9 | 23,1 |
| Santa Isabel | 0,1800 | 76,0 | 40 | 47,9 | 29,9 |

Estatísticas descritivas e correlação dos indicadores com IMC

| Ind Analítico | Média | D.Padrão | Correlaçã |
|-------------------|-------|----------|-----------|
| Ind_Bact | 0,799 | 0,119 | 0,094 |
| IDH-M | 0,716 | 0,044 | 0,81 |
| IFDM Saúde | 0,806 | 0,062 | 0,414 |
| Ind_PIB | 0,07 | 0,139 | 0,19 |
| Ind_Água | 0,987 | 0,028 | -0,084 |
| Ind_Lixo | 0,733 | 0,133 | 0,65 |
| Ind_Esgoto | 0,068 | 0,193 | 0,307 |
| Ind Multicritério | 0 | 0,237 | --- |

Figura 1 - Indicador Multicritério (IMC) com pesos iguais para todos os critérios

Tabela 4 – Municípios prioritários

| Prioridade | Município | IMC |
|------------|-----------------------|---------|
| 1 | Flores de Goiás | -0,6257 |
| 2 | Buritinópolis | -0,4600 |
| 3 | Monte Alegre de Goiás | -0,4429 |
| 4 | São Domingos | -0,4200 |
| 5 | Amaralina | -0,3857 |
| 6 | Damianópolis | -0,3400 |
| 7 | Bonópolis | -0,2371 |
| 8 | Novo Brasil | -0,2200 |
| 9 | Cocalzinho de Goiás | -0,2143 |
| 10 | Guaraíta | -0,2143 |

CONCLUSÕES

Neste trabalho, uma análise multicritério foi realizada para o auxílio à tomada de decisão no setor saneamento. Foram realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas de água tratada em 224 municípios do Estado de Goiás, das quais apenas os exames bacteriológicos foram utilizados nas avaliações multicritério. O método Promethee II foi utilizado por meio do *software* livre PRADIN 3.0. Para complementar as análises, dados socioambientais obtidos de agências públicas foram também utilizados como critérios das avaliações paritárias.

Os resultados obtidos permitiram identificar os municípios que apresentam os piores Índices Multicriteriais, os quais, de acordo com a metodologia proposta, devem ter prioridade nos investimentos no setor saneamento. Tais municípios são os que mais apresentam problemas relacionados à saúde pública em relação aos demais e, dessa forma, são os que mais necessitam de ações do poder público no setor saneamento.

A utilização do método Promethee II, através do aplicativo PRADIN 3.0, mostrou-se uma alternativa de uso simplificado e de resultados rápidos e consistentes para o auxílio à tomada de decisões no setor público. Vale ressaltar ainda que o aplicativo possui capacidade para realizar uma grande quantidade de outros testes e simulações através da participação de mais decisores e da utilização de diferentes funções de preferências do método Promethee II, que demandam estudos mais aprofundados sobre a sensibilidade de cada critério.

REFERÊNCIAS

- FONSECA, C.A.G.M. (2010). *Índice de Sustentabilidade Municipal: um instrumento de avaliação da qualidade de vida nos municípios brasileiros*. Brasília, 2010. 217 p. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília, Brasília.
- IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás. *Regiões de Planejamento do Estado de Goiás*. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>. Acesso em: Agosto de 2012.
- JANNUZZI, P.M. (2006). Indicadores para Dimensionamento de Déficit 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.
- JANNUZZI, P.M. (2010). *Análise Multicritério e a Decisão em Políticas Públicas: Implementação da Técnica no Aplicativo PRADIN e Aplicações*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro, RJ.
- JANNUZZI, P.M.; MIRANDA, W.L.; SILVA, D.S.G. (2009). 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.
- PORTO, R.L.L. (org.) (1997). *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*, ABRH, Editora da universidade UFRGS.
- PNUD. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em <http://www.pnud.org.br/atlas/> Acesso em Agosto de 2012.
- PRADIN – Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores: versão 3.0. *Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística – ANIPES*. Disponível em: <http://www.anipes.org.br>. Acesso em: 11 de março 2012.