

Contribuição de Método Multicritério de Apoio à Decisão na Avaliação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e do Pós-2015

Contributions of Multicriteria Decision Aid Methods in Evaluating the Millennium Development Goals (MDG) and Post-2015

Noemi BONINA [1](#); Gilson Brito Alves LIMA [2](#); Marcelo Jasmim MEIRIÑO [3](#); Luiz Octávio GAVIÃO [4](#); Marcelo Contente ARESE [5](#); Cid ALLEDI FILHO [6](#); Sérgio Luiz Braga FRANÇA [7](#)

Recibido: 13/02/2017 • Aprobado: 11/03/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Análise multicritério de apoio à decisão](#)
 - [3. Aplicação do Método TOPSIS na ordenação dos ODM](#)
 - [4. Conclusão](#)
- [Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM) representam uma iniciativa global subscrita por governos, onde foram estabelecidas oito metas para as nações trabalharem estrategicamente nos desafios globais. Este trabalho possui como objetivo utilizar um método multicritério para avaliar os ODM, a partir de um conjunto de indicadores que o Brasil determinou como metas a serem atingidas pelo país. Adotou-se para a avaliação o método de apoio à decisão multicritério TOPSIS, que possibilita a busca de similaridades entre os critérios, buscando a solução ideal. A verificação da consistência da técnica para usos que envolvem as decisões em nível de administração pública, foi atestada através da busca de meios e possibilidades de avaliar os ODM à luz de um conjunto de indicadores de modo que os resultados possam colaborar com os desafios futuros propostos pela agenda 2030 ou pós-2015.

Palavras-chave: ODM, Compromissos globais,

ABSTRACT:

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) representan una iniciativa mundial avalado por gobiernos, donde se establecieron ocho objetivos que permitieron a las naciones trabajaren estrategicamente para actuar en los desafíos globales. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo utilizar un método multicriterio para evaluar los ODM a la luz de un conjunto de indicadores que el Brasil determinó como objetivos que el país debería alcanzar. Se adoptó para evaluar el método multicriterio de TOPSIS apoyo a la decisión, el cual permite la búsqueda de similitudes entre los criterios en busca de la solución ideal. La verificación de la consistencia técnica de usos y prácticas que involucran decisiones a nivel de la administración pública, fue atestiguada por la búsqueda de formas y posibilidades de evaluación de los ODM a la luz de un conjunto de indicadores para que los resultados puedan colaborar con los desafíos futuro propuestos por la agenda 2030 o post-2015.

1. Introdução

A intensificação das relações e interdependências entre os países reconhecidos através dos processos de globalização, que flui intensamente nos tempos contemporâneos, prevê que as possibilidades de promoção e construção de caminhos para o desenvolvimento sustentável perpassa por práticas e decisões que visem gerar resultados através de compromissos globais assumidos por esses países.

A Organização das Nações Unidas (ONU), através do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), capitaneia ações que buscam unir os líderes mundiais para estabelecer uma agenda de compromissos globais mínimos para a promoção da dignidade humana (BRASIL, 2014; REZENDE, 2008; SOUZA, 2015).

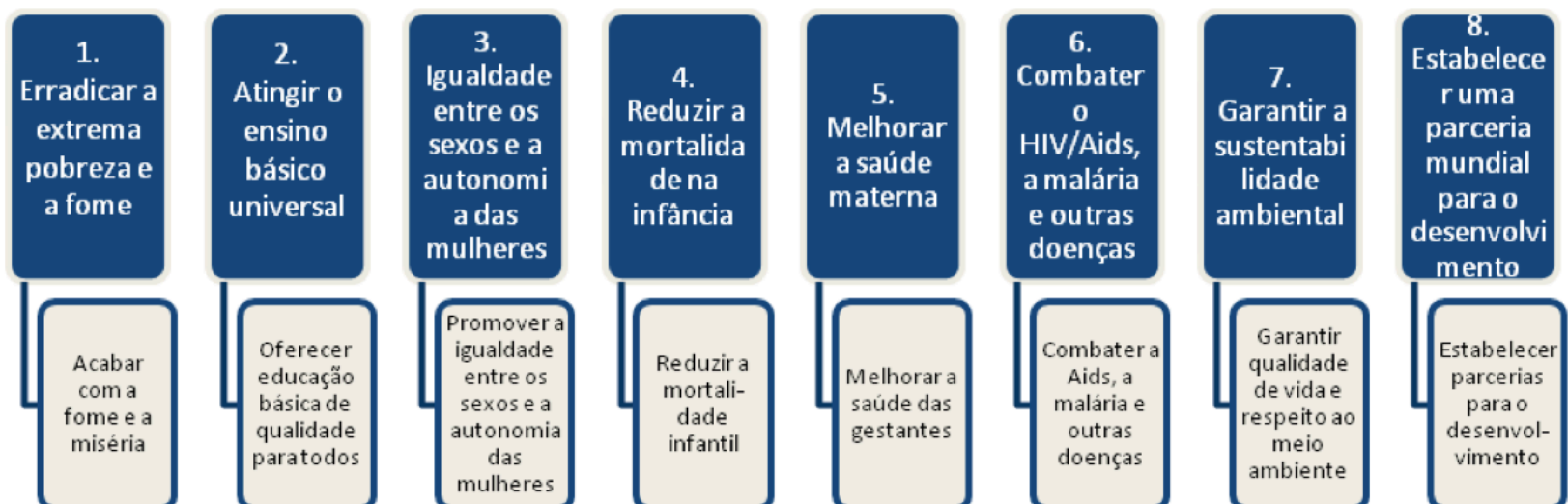
Os relatórios emitidos nos últimos anos pelo PNUD sugerem que, o desenvolvimento tem a ver, primeiro e acima de tudo com a possibilidade de as pessoas viverem o tipo de vida que escolheram, e com a provisão dos instrumentos e das oportunidades para fazerem as suas escolhas. (VEIGA, 2010, p. 81)

Como continuidade do trabalho que já vinha sendo construído pela ONU desde a sua constituição no pós-2ª guerra, o mundo começou a trabalhar em prol de uma estratégia conjunta para efetivar o combate a inimigos históricos da humanidade, como "pobreza e fome, desigualdade de gênero, doenças transmissíveis e evitáveis, destruição do meio ambiente e condições precárias de vida" (BRASIL, 2014, p. 12).

No ano 2000, foi lançado pela ONU os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), uma iniciativa global subscrita por governos de mais de 180 países. A iniciativa buscava a promoção do desenvolvimento para os próximos 15 anos seguintes. Com prazo estipulado para seu alcance em 31 de dezembro de 2015 (PNUD, 2016; SOUZA, 2015).

Naquele ano, a ONU lançou oito metas que possibilitariam às nações trabalharem estrategicamente com vistas a promoverem o desenvolvimento a partir de indicadores que norteariam as ações governamentais dentro do estabelecido, como o entendimento macro de um ODM. Na Figura 1, são apresentados os ODMs, conforme explicita ONU (2000).

Figura 1: Objetivos do Desenvolvimento do Milênio



Fonte: ONU, 2001.

Juntamente com o estabelecimento das metas, a instituição de indicadores representou referências para quantificar os avanços, de forma que pudessem ser mensurados na busca de transpor os desafios e avançar nos esforços práticos para aplicar e cumprir cada um dos ODM.

Além disso, a construção de indicadores serve de norte para evoluir nas perspectivas para a promoção global da sustentabilidade suportada por iniciativas e compromissos globais.

Alguns indicadores foram ajustados para que pudessem ser melhor adaptados à realidade de cada país, entre estes casos encontra-se a realidade brasileira (BRASIL, 2014). O atingimento das metas aconteceu de forma positiva, segundo atesta PNUD (2016), embora algumas tenham sido alcançadas somente por alguns países. Entretanto, conforme salienta Souza (2015, p. 549), “seja como for, a mobilização global em torno dos ODM produziu um progresso considerável em muitas dimensões do desenvolvimento social”.

Passados 15 anos, a ONU realizou balanço positivo em relação ao cumprimento dos ODM e avançou na perspectiva de continuidade do desenvolvimento global, lançando uma agenda pós-2015 para os anos seguintes, ou seja, a agenda de trabalhos para a promoção do desenvolvimento até 2030, representada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). De acordo com PNUD (2016), os 17 ODS e 169 metas relacionadas foram construídos tendo como base os ODM e a perspectiva de continuidade do trabalho para vencer os novos desafios.

A ONU salienta a importância do processo de execução dos ODM,

os documentos das Nações Unidas destacam que o processo gerado pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio foi bem sucedido, atribuindo isso à combinação de crescimento econômico, melhores políticas e compromisso global com os ODM, apontando a rápida redução da pobreza extrema (GALLO; SETTI, 2014, p.4385).

Neste sentido, partindo do entendimento de que as ações governamentais são fundamentais para a consecução de objetivos desta monta e que muitos fatores contribuem para aumentar a importância e a complexidade de decisões que culminem com o cumprimento das metas estabelecidas, o uso de métodos quantitativos para avaliação de indicadores pode representar avanços significativos para a administração pública, já que podem permitir uma leitura mais robusta dos resultados e colaborar mais efetivamente com as decisões neste campo.

O uso de métodos multicritério de apoio à decisão, no caso de estratégias onde as incertezas necessitam ser tratadas e as decisões serem suportadas de maneira eficiente (KROHLING; CAMPANHARO, 2009; KROHLING; SOUZA, 2011; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2015), podem colaborar com o trabalho realizado pelos governos, como por exemplo, possibilitar avaliar os ODM à luz do seu conjunto de indicadores com vistas à avançar nas decisões a serem tomadas para a continuidade da agenda pós-2015.

Neste cenário, ferramentas que permitam uma avaliação holística e ao mesmo tempo agilizar a tomada de decisão (COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2013) podem ser úteis para uma evolução mais rápida rumo ao cumprimento das metas.

Assim, este trabalho possui como objetivo experimentar a utilização de um método multicritério para avaliar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) estabelecidos pela ONU em 2000, à luz de um conjunto de indicadores norteadores das ações que o Brasil determinou como metas a serem atingidas dentro das possibilidades do país, respeitando o escopo dos ODM.

A investigação realizada para o desenvolvimento deste artigo traz como premissa a seguinte questão de pesquisa: Como possibilitar a avaliação dos ODM à luz de um conjunto de indicadores?

Para desenvolver o estudo, foi realizada delimitação dos ODM considerando o conjunto que apresentou mensuração consistente ao longo do período estudado, a partir das informações coletadas no 5º relatório brasileiro de acompanhamento dos ODM (BRASIL, 2014). Os seis ODM mensuráveis e os indicadores considerados nesta pesquisa são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) delimitados para a pesquisa e Indicadores.

ODM	Indicadores
Erradicar a extrema pobreza e a fome	a1 Percentagem da população vivendo com menos do que US\$ PPC 1,25 por dia a2 A Percentagem da população vivendo com menos do que R\$ 70 por mês a3 Percentagem da renda nacional detida pelos 20% mais pobres a4 A Percentagem da renda nacional detida pelos 20% mais ricos a5 Índice de Gini a6 Taxa de ocupação da população em idade ativa (em %) a7 Percentagem da população ocupada vivendo com menos do que US\$ PPC 1,25 por dia a8 Percentagem da população ocupada vivendo com menos do que R\$ 70 por mês a9 Percentagem da população ocupada e formal vivendo com menos do que R\$ 70 por mês a10 Percentagem de trabalhadores por conta própria e não remunerados sem contribuição para previdência na população ocupada a11 Percentagem de trabalhadores formais na população ocupada
Universalizar a educação primária	b1 Taxa de escolarização líquida no ensino fundamental da população de 7 a 14 anos (em %) b2 Taxa de escolarização líquida no ensino médio da população de 15 a 17 anos (em %) b3 Taxa de escolarização líquida no ensino superior da população de 18 a 24 anos (em %) b4 Taxa de escolarização da população de 0 a 6 anos (em %) b5 Taxa de adequação da idade para a série frequentada dos estudantes de 9 a 17 anos (em %) b6 Taxa de alfabetização da população de 15 a 24 anos (em %) b7 Percentagem da população de 15 a 24 anos com ao menos o ensino primário completo b8 Percentagem da população de 15 a 24 anos com ao menos o ensino fundamental completo
Promover igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres	c1 Razão entre as taxas de escolarização líquida no ensino fundamental de mulheres e homens c2 Razão entre as taxas de escolarização líquida no ensino médio de mulheres e homens c3 Razão entre as taxas de escolarização líquida no ensino superior de mulheres e homens c4 Percentagem de mulheres nas ocupações assalariadas não agrícolas c5 Taxa de ocupação das mães com uma ou mais crianças de 0 a 6 anos de idade que não frequentam escola ou creche (em %) c6 Percentagem de mulheres ocupadas no emprego doméstico c7 Percentagem de trabalhadoras domésticas com contribuição para previdência
Reduzir a mortalidade na infância	d1 Taxa de mortalidade na infância d2 Taxa de mortalidade infantil
Combater o HIV/aids, a malária e outras doenças	e1 Taxa de detecção de HIV/aids (total e em menores de 5 anos) e2 Razão de sexos dos casos detectados de HIV/aids (total e de 10 a 19 anos) e3 Coeficiente de mortalidade por aids
Garantir a sustentabilidade ambiental	f1 Proporção da população com acesso à água potável f2 Proporção da população com acesso ao esgotamento sanitário f3 Percentagem da população urbana vivendo em moradias inadequadas

Fonte: Elaborado pelos autores.

A contribuição inovadora da proposta consiste na utilização dos atuais indicadores mensuráveis relacionados a cada ODM, para proporcionar sua avaliação por meio da Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com a Ideal Solução (TOPSIS), que possibilitará hierarquizar as alternativas, estabelecendo uma sistemática de análise reduzindo a subjetividade inerente ao processo decisório para as ações que virão a ser escolhidas em futuras decisões.

A seguir, na seção 2 são apresentadas a análise multicritério e o método TOPSIS. A seção 3 trata da aplicação do método multicritério na ordenação dos ODM. A seção 4 mostra a discussão dos resultados e, por último, a seção 5 apresenta as considerações finais do trabalho.

2. Análise multicritério de apoio à decisão

A abordagem multicritério surge no contexto das análises inerentes às modelagens de Pesquisa Operacional com o objetivo de apoiar as decisões em ambientes com problemas complexos e cuja solução passa pela análise de diversos critérios e variáveis (COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2013; HEIN *et al*, 2015; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2015).

A decisão complexa pode ser caracterizada por alguns fatores, conforme salientam Costa e Duarte Júnior (2013),

Este tipo de decisão, chamada de decisão complexa, pode ser caracterizada, entre outros aspectos, pela (1) variedade de critérios utilizados para sua solução, (2) dificuldade de mensuração de determinados critérios, principalmente, critérios de natureza qualitativa e (3) dificuldade de definição dos critérios ou das alternativas disponíveis. (COSTA; DUARTE JÚNIOR,

Os métodos de decisão multicritério, ou MCDA (*Multiple Criteria Decision Aid*), representam um conjunto de ferramentas que criam modelos para auxiliar os gestores nas decisões em ambientes de incerteza e complexidade (MEYER; ROUBENS, 2005). De acordo com Lima Júnior e Carpinetti (2013), esses métodos visam o desenvolvimento de modelos de decisão para resolução de problemas nas mais variadas áreas do conhecimento.

Conforme pode ser observado no Quadro 2, há na literatura estudos que reportam os usos dos MDCA de modo simples ou de modo comparado, considerando o contexto dos problemas, inclusive alguns que figuram nas esferas de decisão governamentais.

Quadro 2 – Modelos Multicritério.

Abordagem	Técnica(s)	Escopo	Proposto por	Ano
Simples	TOPSIS	Aplicação da técnica para tomadas de decisão	Krohling; Souza	2011
		Avaliação do desempenho financeiro de empresas de tecnologia	Bulgurcu	2012
		Uso do TOPSIS para pré-seleção de ativos	Costa; Duarte Júnior	2013
		Escolha de traçado de linhas de ônibus de transporte público	Godinho; Miranda	2014
		Reversão de ranking no método TOPSIS	Aires; Ferreira	2014
		Avaliação de impactos ambientais	Hein et al	2015
	AHP	Seleção de fornecedores por meio de um método customizado	Alvim et al	2015
Combinada	Fuzzy - TOPSIS	Definir estratégia para combate ao derramamento de óleo no mar	Krohling; Campanharo	2009
		Adoção do TOPSIS e Fuzzy - TOPSIS para a seleção de fornecedores	Lima Júnior; Carpinetti	2015
	AHP - TOPSIS	Escolha de projetos prioritários para a infraestrutura de transporte no Brasil	Silva; Netto	2010
		Proposição de indicadores para o monitoramento e avaliação da regulamentação sobre recolhimento de alimentos no Brasil	Mello; Almeida; Calili	2015
		Monitoramento e avaliação da regulamentação sobre recolhimento de	Mello	2015

Fonte: Adaptado de Lima Júnior e Carpinetti (2015).

Diante da variedade de métodos multicritério existentes, a escolha do método utilizado neste estudo foi determinada a partir da consideração de alguns fatores: necessidade de ordenação das alternativas, facilidade de aplicação do método, possibilidade de utilizar peso linear na análise, além da simplicidade no desenvolvimento do método.

Foi escolhido o método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) como uma ferramenta simples e de fácil aplicação para a aplicação na ordenação dos

indicadores dos ODM, o que possibilitará análises dos índices alcançados de forma mais profunda e robusta para avançar nas decisões necessárias para o alcance dos desafios do pós-2015.

2.1. O método TOPSIS

O TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) ou Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com a Ideal Solução, proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981) é um método que vem sendo bastante utilizado para ordenar preferências, por meio da avaliação do desempenho de alternativas através de similaridade com a solução ideal (HEIN *et al*, 2015; Krohling; Souza, 2011; Lima Júnior; Carpinetti, 2015).

O processo geral do TOPSIS é calcular a distância ao ponto ideal, tanto positivo como negativo. É necessário quantificar a importância relativa dos critérios, além de não ser necessário nenhum método específico para determinação dos pesos. A normalização pode ser linear ou vetorial. Outra vantagem, é poder ser utilizado para grande número de alternativas e critérios, utilizando dados objetivos e quantitativos. Como resultado final, o TOPSIS realiza a ordenação geral das alternativas (ALVIM *et al*, 2015).

A aplicação do método é descrita numa série de etapas sucessivas, nas quais podem ser utilizadas uma planilha eletrônica como ferramenta básica para seu desenvolvimento.

A seguir são descritas essas etapas, conforme salienta Costa e Duarte Júnior (2013):

1ª etapa: Construir a matriz de decisão

Deve-se realizar inicialmente a montagem da matriz de decisão $a \times c$, onde "a" são as alternativas e "c" os critérios. A partir daí, inicia-se a aplicação das etapas sugeridas pelo método TOPSIS.

$$M = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & .. & C_j & .. & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ : \\ A_i \\ : \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & .. & m_{1j} & .. & m_{1m} \\ : & : & & : & & : \\ m_{i1} & m_{i2} & .. & m_{ij} & .. & m_{im} \\ : & : & & : & & : \\ m_{n1} & m_{n2} & .. & m_{nj} & .. & m_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_m] \quad (2)$$

2ª etapa: Calcular a matriz normalizada

A normalização da matriz de decisão pode ser realizada de diversos modos (COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2013; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI 2015). Neste trabalho foi utilizada a normalização linear, conforme a fórmula abaixo:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_i x_{ij}^2}} \quad (3)$$

Onde x_{ij} representa o escore do j-ésimo critério para a i-ésima fonte de dados.

Onde r_{ij} representa o escore do j -ésimo critério para a i -ésima fonte de dados.

3ª etapa: Calcular a matriz com os pesos

Multiplica-se a matriz normalizada pelos respectivos pesos dos critérios. A definição dos pesos é realizada de acordo com percepções de valor do decisor ou de um grupo de decisores. Neste trabalho optou-se por utilizar peso linear.

$$v_{ij} = w_{ij}r_{ij} \quad (4)$$

Onde w_{ij} é o peso definido para cada atributo ou critério

4ª etapa: Identificação da solução ideal (PIS) e da solução anti-ideal (NIS)

Nesta etapa, determina-se os melhores níveis, que representam a solução ideal (S+) para cada um dos critérios analisados. Proceda-se do mesmo modo para os piores níveis, que representam a solução anti-ideal (S-). As seguintes equações são utilizadas:

$$S^+ = \{(max v_{ij} | j \in J), (min v_{ij} | j \in J')\} \quad (5)$$

$$S^- = \{(min v_{ij} | j \in J), (max v_{ij} | j \in J')\} \quad (6)$$

Onde J e J' representam o conjunto de critérios

Onde i e j representam o conjunto de critérios

5ª etapa: Calcular as distâncias entre a situação ideal positiva e cada alternativa (D+) e a situação ideal negativa e cada alternativa (D-)

Calcula-se a medida de separação para cada alternativa em relação à solução ideal e anti-ideal. Essas distâncias euclidianas entre cada alternativa e sua solução ideal positiva (D+) e sua solução anti-ideal (D-) são calculadas da seguinte forma:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^+(x)]^2} \quad (7)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^-(x)]^2} \quad (8)$$

6ª etapa: Calcular a similaridade para a posição ideal positiva

Por fim, chega-se ao coeficiente C ou resultado da aproximação da situação ideal (C_i) e a definição da ordenação das alternativas, através da equação:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (9)$$

As alternativas são classificadas em ordem decrescente de acordo com os valores do coeficiente de aproximação, definido no intervalo $[0,0,1,0]$. Considera-se que as alternativas mais próximas de 1,0 são as melhores.

3. Aplicação do Método TOPSIS na ordenação dos ODM

A aplicação de todas as etapas do método TOPSIS foi modelada através de aplicativo

computacional.

A matriz de decisão M, na Tabela 1, é composto por 34 alternativas e 7 critérios. Os indicadores são as alternativas e foram subdivididos em categorias que representam os indicadores associados a cada ODM (Quadro 3). Os critérios AI1 à AI7 consistem nos índices anuais de acordo com a metodologia usada TOPSIS.

A matriz de decisão foi normalizada conforme observada na Tabela 2.

Quadro 3. Categorização dos ODM.

Indicadores	ODM correspondente
a1, a2, a3, a4, a5, a6,a7,a8,a9,a10, a11	ODM 1
b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7, b8	ODM2
c1, c2, c3, c4, c5, c6,c7	ODM3
d1, d2	ODM4
e1, e2, e3	ODM6
f1, f2, f3	ODM7

Fonte: elaborado pelos autores.

Para verificar a efetividade do uso da técnica para ordenar os indicadores referentes aos ODM, aqueles foram categorizados, conforme é apresentado no Quadro 3 para facilitar a leitura do resultado.

Os indicadores apresentados orbitam entre classificações de indicadores de resultado e indicadores de impacto, onde,

Indicadores de resultado: expressam, direta ou indiretamente, os benefícios da implantação do programa ou iniciativa governamental que está sendo objeto da avaliação.

Indicadores de impacto: indicadores abrangentes e multidimensionais, que permitem medir os efeitos das estratégias governamentais de médio e longo prazos (MELLO, 2015, p. 90).

Os indicadores são elementos-chave para a consecução dos ODM, além de facilitar a projeção de cenários para construir um ciclo de gestão de iniciativas governamentais que visem fomentar a execução de programas e políticas públicas em consonância com os compromissos globais assumidos.

Utilizando a equação (1) foi possível criar a matriz de decisão M a qual corresponde ao desempenho das alternativas, conforme pode ser observado na Tabela 1. Nesta tabela, os indicadores representam as alternativas avaliadas e os índices anuais correspondem aos critérios usados.

Tabela 1. Matriz de decisão M

Indicadores	Ano 1 Índice	Ano 2 Índice	Ano 3 Índice	Ano 4 Índice	Ano 5 Índice	Ano 6 Índice	Ano 7 Índice
a1	12,000	9,700	8,000	6,700	6,000	4,700	4,700
a2	9,000	7,300	6,700	5,600	5,400	4,600	4,500
a3	2,600	2,800	2,900	3,000	2,900	3,100	3,100
a4	62,300	6,200	61,000	60,400	59,500	58,800	58,300
a5	0,581	0,569	0,566	0,560	0,552	0,543	0,539
a6	61,200	62,200	62,700	63,000	62,900	63,600	63,800
a7	7,200	5,800	4,800	3,900	3,300	2,400	2,300
a8	5,200	4,200	3,900	3,100	2,900	2,300	2,110
a9	0,500	0,300	0,200	0,200	0,100	0,100	0,100
a10	29,300	28,000	28,000	26,800	26,200	25,000	24,300
a11	45,400	46,100	46,700	48,000	49,500	50,600	51,900
b1	95,200	95,200	95,800	96,300	96,300	96,600	96,900
b2	45,600	47,300	48,900	50,600	51,700	53,800	54,300
b3	11,000	11,000	11,700	13,200	13,800	14,500	15,300
b4	39,800	42,700	42,700	45,700	47,100	48,000	48,900
b5	73,400	75,600	76,300	77,700	76,500	76,300	75,900
b6	96,600	96,900	97,100	97,600	97,800	97,900	98,100
b7	72,000	73,900	75,500	77,200	78,400	80,500	81,300
b8	61,400	64,100	66,300	68,600	70,300	72,500	73,400
c1	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
c2	1,240	1,260	1,220	1,240	1,260	1,260	1,240
c3	1,300	1,290	1,320	1,330	1,330	1,350	1,380
c4	46,600	46,900	46,800	47,100	46,900	46,600	47,200
c5	44,100	45,200	46,100	45,900	46,200	46,100	46,200
c6	17,300	17,300	17,200	16,900	16,500	15,900	17,000
c7	29,000	27,600	28,300	29,300	30,200	29,900	30,800
d1	26,100	25,000	23,700	22,700	21,600	20,500	19,600
d2	22,500	21,500	20,400	19,600	18,600	17,700	16,800
e1	19,800	19,300	18,900	18,400	20,100	21,000	20,600
e2	5,300	4,300	4,200	3,500	3,400	3,600	3,600
e3	6,400	6,100	6,000	5,900	5,600	5,800	5,800
f1	81,000	81,700	81,800	82,800	82,800	83,700	84,300
f2	66,400	67,000	67,800	68,800	72,000	71,800	71,200
f3	45,600	44,200	43,400	42,300	39,600	38,900	40,700

Fonte: elaborada pelos autores.

Para que a comparação entre as alternativas seja significativa, é realizada a normalização para transformar os dados em uma escala comum, conforme é apresentada da Tabela 2. A base de cálculo para os resultados foi a equação (3).

Tabela 2. Matriz normalizada

Indicadores	Ano 1 Índice	Ano 2 Índice	Ano 3 Índice	Ano 4 Índice	Ano 5 Índice	Ano 6 Índice	Ano 7 Índice	Média
a1	0,0462	0,0381	0,0303	0,0251	0,0224	0,018	0,0173	0,0282
a2	0,0347	0,0287	0,0254	0,021	0,0201	0,0177	0,0166	0,0234
a3	0,01	0,011	0,011	0,0112	0,0108	0,0119	0,0114	0,0111
a4	0,2401	0,0243	0,2312	0,2263	0,2218	0,2258	0,2147	0,1977
a5	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,002	0,0021
a6	0,2358	0,2442	0,2376	0,2361	0,2345	0,2442	0,235	0,2382
a7	0,0277	0,0228	0,0182	0,0146	0,0123	0,0092	0,0085	0,0162
a8	0,02	0,0165	0,0148	0,0116	0,0108	0,0088	0,0078	0,0129
a9	0,0019	0,0012	0,0008	0,0007	0,0004	0,0004	0,0004	0,0008
a10	0,1129	0,1099	0,1061	0,1004	0,0977	0,096	0,0895	0,1018
a11	0,175	0,181	0,177	0,1799	0,1845	0,1943	0,1911	0,1832
b1	0,3669	0,3737	0,3631	0,3609	0,3589	0,3709	0,3569	0,3645
b2	0,1757	0,1857	0,1853	0,1896	0,1927	0,2066	0,2	0,1908
b3	0,0424	0,0432	0,0443	0,0495	0,0514	0,0557	0,0563	0,049
b4	0,1534	0,1676	0,1618	0,1713	0,1756	0,1843	0,1801	0,1706
b5	0,2829	0,2968	0,2892	0,2912	0,2851	0,293	0,2795	0,2882
b6	0,3723	0,3804	0,368	0,3657	0,3645	0,3759	0,3613	0,3697
b7	0,2775	0,2901	0,2861	0,2893	0,2922	0,3091	0,2994	0,292
b8	0,2366	0,2516	0,2513	0,2571	0,262	0,2784	0,2703	0,2582
c1	0,0039	0,004	0,0038	0,0038	0,0038	0,0039	0,0037	0,0038
c2	0,0048	0,0049	0,0046	0,0046	0,0047	0,0048	0,0046	0,0047
c3	0,005	0,0051	0,005	0,005	0,005	0,0052	0,0051	0,005
c4	0,1796	0,1841	0,1774	0,1765	0,1748	0,1789	0,1738	0,1779
c5	0,1699	0,1774	0,1747	0,172	0,1722	0,177	0,1701	0,1734
c6	0,0667	0,0679	0,0652	0,0633	0,0615	0,0611	0,0626	0,064
c7	0,1118	0,1084	0,1073	0,1098	0,1126	0,1148	0,1134	0,1111
d1	0,1006	0,0981	0,0898	0,0851	0,0805	0,0787	0,0722	0,0864
d2	0,0867	0,0844	0,0773	0,0734	0,0693	0,068	0,0619	0,0744
e1	0,0763	0,0758	0,0716	0,069	0,0749	0,0806	0,0759	0,0749
e2	0,0204	0,0169	0,0159	0,0131	0,0127	0,0138	0,0133	0,0152
e3	0,0247	0,0239	0,0227	0,0221	0,0209	0,0223	0,0214	0,0226
f1	0,3121	0,3207	0,31	0,3103	0,3086	0,3214	0,3105	0,3134
f2	0,2559	0,263	0,2569	0,2578	0,2684	0,2757	0,2622	0,2629
f3	0,1757	0,1735	0,1645	0,1585	0,1476	0,1494	0,1499	0,1599

Fonte: elaborada pelos autores.

Considerando que todos os indicadores, dado o contexto desenvolvimentista que envolve o tema, têm a necessidade de serem avaliados linearmente, foi considerado o mesmo peso para cada índice na realização do cálculo da ponderação (Tabela 3). Foram utilizados os pesos com valores de $w_i = 1$.

Os resultados apresentados na Tabela 3, tiveram como base de cálculo a equação (4).

Tabela 3. Matriz normalizada e ponderada

Indica- dores	Ano 1 Índice	Ano 2 Índice	Ano 3 Índice	Ano 4 Índice	Ano 5 Índice	Ano 6 Índice	Ano 7 Índice
a1	0,0462	0,0381	0,0303	0,0251	0,0224	0,018	0,0173
a2	0,0347	0,0287	0,0254	0,021	0,0201	0,0177	0,0166
a3	0,01	0,011	0,011	0,0112	0,0108	0,0119	0,0114
a4	0,2401	0,0243	0,2312	0,2263	0,2218	0,2258	0,2147
a5	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,002
a6	0,2358	0,2442	0,2376	0,2361	0,2345	0,2442	0,235
a7	0,0277	0,0228	0,0182	0,0146	0,0123	0,0092	0,0085
a8	0,02	0,0165	0,0148	0,0116	0,0108	0,0088	0,0078
a9	0,0019	0,0012	0,0008	0,0007	0,0004	0,0004	0,0004
a10	0,1129	0,1099	0,1061	0,1004	0,0977	0,096	0,0895
a11	0,175	0,181	0,177	0,1799	0,1845	0,1943	0,1911
b1	0,3669	0,3737	0,3631	0,3609	0,3589	0,3709	0,3569
b2	0,1757	0,1857	0,1853	0,1896	0,1927	0,2066	0,2
b3	0,0424	0,0432	0,0443	0,0495	0,0514	0,0557	0,0563
b4	0,1534	0,1676	0,1618	0,1713	0,1756	0,1843	0,1801
b5	0,2829	0,2968	0,2892	0,2912	0,2851	0,293	0,2795
b6	0,3723	0,3804	0,368	0,3657	0,3645	0,3759	0,3613
b7	0,2775	0,2901	0,2861	0,2893	0,2922	0,3091	0,2994
b8	0,2366	0,2516	0,2513	0,2571	0,262	0,2784	0,2703
c1	0,0039	0,004	0,0038	0,0038	0,0038	0,0039	0,0037
c2	0,0048	0,0049	0,0046	0,0046	0,0047	0,0048	0,0046
c3	0,005	0,0051	0,005	0,005	0,005	0,0052	0,0051
c4	0,1796	0,1841	0,1774	0,1765	0,1748	0,1789	0,1738
c5	0,1699	0,1774	0,1747	0,172	0,1722	0,177	0,1701
c6	0,0667	0,0679	0,0652	0,0633	0,0615	0,0611	0,0626
c7	0,1118	0,1084	0,1073	0,1098	0,1126	0,1148	0,1134
d1	0,1006	0,0981	0,0898	0,0851	0,0805	0,0787	0,0722
d2	0,0867	0,0844	0,0773	0,0734	0,0693	0,068	0,0619
e1	0,0763	0,0758	0,0716	0,069	0,0749	0,0806	0,0759
e2	0,0204	0,0169	0,0159	0,0131	0,0127	0,0138	0,0133
e3	0,0247	0,0239	0,0227	0,0221	0,0209	0,0223	0,0214
f1	0,3121	0,3207	0,31	0,3103	0,3086	0,3214	0,3105
f2	0,2559	0,263	0,2569	0,2578	0,2684	0,2757	0,2622
f3	0,1757	0,1735	0,1645	0,1585	0,1476	0,1494	0,1499
Peso	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 4. Solução ideal e anti-ideal considerando os impactos

Impactos	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Alternativas	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
PIS	0,3723	0,3804	0,3680	0,3657	0,3645	0,3759	0,3613
NIS	0,0019	0,0012	0,0008	0,0007	0,0004	0,0004	0,0004

Na Tabela 4 estão explicitados os resultados do cálculo da solução ideal (PIS) e da solução anti-ideal (NIS), efetuados através das equações (5) e (6). A avaliação referente à PIS e à NIS é efetuada levando-se em consideração os impactos que cada índice tem em relação à expectativa apontada pelos indicadores.

Tabela 5. Distâncias em relação a cada alternativa (D^+ e D^-)

Alternativas	D^+	D^-
a1	0,9039	0,0767
a2	0,9164	0,0616
a3	0,9491	0,0272
a4	0,4968	0,5541
a5	0,9728	0,0036
a6	0,3481	0,6281
a7	0,9356	0,0438
a8	0,9442	0,0334
a9	0,9762	0
a10	0,7091	0,2678
a11	0,494	0,483
b1	0,014	0,9622
b2	0,4745	0,5033
b3	0,849	0,1283
b4	0,528	0,45
b5	0,2159	0,7606
b6	0	0,9762
b7	0,2079	0,7707
b8	0,2978	0,6818
c1	0,9682	0,0081
c2	0,9659	0,0104
c3	0,965	0,0113
c4	0,5077	0,4685
c5	0,5197	0,4565
c6	0,8089	0,1673
c7	0,6844	0,292
d1	0,7498	0,2278
d2	0,7815	0,1959
e1	0,7803	0,1961
e2	0,9382	0,0383
e3	0,9186	0,0576
f1	0,1493	0,8271
f2	0,2836	0,6935
f3	0,5558	0,4217

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 6. Ordenação de alternativas

Alternativas	Coeficiente C	Ordenação
a1	0,07817	23
a2	0,06300	24
a3	0,02787	29
a4	0,52725	9
a5	0,00374	33
a6	0,64340	8
a7	0,04468	26
a8	0,03412	28
a9	0	34
a10	0,27414	17
a11	0,49436	11
b1	0,98561	2
b2	0,51474	10
b3	0,13131	22
b4	0,46011	14
b5	0,77887	5
b6	1	1
b7	0,78759	4
b8	0,69598	7
c1	0,00827	32
c2	0,01068	31
c3	0,01154	30
c4	0,47994	12
c5	0,46765	13
c6	0,17141	21
c7	0,29902	16
d1	0,23301	18
d2	0,20041	20
e1	0,20087	19
e2	0,03925	27
e3	0,05898	25
f1	0,84707	3
f2	0,70979	6
f3	0,43143	15

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados dos cálculos da proximidade relativa em relação à solução ideal são apresentados na Tabela 5. Foi utilizada a equação (7) para calcular a medida de separação – ou distância euclidiana – D^+ , ou seja, a distância entre S^+ e a pontuação de cada indicador em cada índice. Já a medida de desseparação D^- foi calculada utilizando-se a equação (8), representando a

distância entre S- e a pontuação de cada indicador em cada índice.

Por fim, utilizando a equação (9) e os valores de D+ e D-, chegou-se ao resultado do cálculo do coeficiente C, apresentado na Tabela 6, o qual permite a observação da ordenação dos indicadores. O ranking da ordenação se dá de acordo com a ordem decrescente da solução ideal (BULGURCU, 2012).

A ordenação permite aferir algumas informações relevantes. Por exemplo, ao se considerar os 10 primeiros indicadores hierarquizados, verifica-se que os indicadores da categoria b, predominam, aparecendo nas posições 1, 2, 4, 5, 7 e 10.

A categoria b representa os indicadores associados ao ODM2 – Atingir o ensino básico universal (Quadro 1). Esses resultados corroboram com o levantamento apresentado no 5º relatório brasileiro de acompanhamento dos ODM (BRASIL, 2014), onde é destacada a melhoria em relação à universalização do acesso ao ensino fundamental.

4. Conclusão

As discussões apresentadas tendo como base o uso da técnica TOPSIS permitiram que fossem observadas ferramentas úteis para o acompanhamento e suporte à decisão sobre temas que vigoram nas esferas governamentais, como é o caso dos compromissos globais assumidos por meio dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.

A verificação da consistência da técnica para usos e práticas que envolvem as decisões em nível de administração pública, foi atestada através da busca de meios e possibilidades de avaliar os ODM à luz de um conjunto de indicadores de modo que os resultados possam colaborar com os desafios futuros propostos pela agenda 2030 ou pós-2015.

A técnica TOPSIS se mostrou viável para o exemplo utilizado, além de ser de simples implementação computacional. A ordenação apresentada sugere que os resultados corroboraram com os anseios governamentais para o atingimento das metas estabelecidas.

Ademais, avançar rumo ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que representam o sequenciamento das ações iniciadas através do lançamento, acompanhamento e avaliação dos ODM, implica decidir por ações que envolvam práticas voltadas à sustentabilidade na abordagem de diferentes áreas do conhecimento.

A robustez das bases criadas com a consecução dos ODM, passa no pós-2015 por sua fase de consolidação e avanços para o cumprimento dos ODS através da agenda 2030.

Assim, para transcender os ODM é necessário aprender com seu processo de implementação e buscar avaliar de forma consistente as ações passadas para proporcionar continuidade nas ações propostas para o futuro. Verificar essa avaliação dos ODM à luz de um conjunto de indicadores, utilizando ferramentas de apoio à decisão multicritério, sugere que as possibilidades de reduzir a subjetividade na tomada de decisão pode ser um caminho viável para avanços nas práticas e ações governamentais.

Sugere-se como recomendações para os trabalhos futuros, o aprofundamento dos estudos sobre as possibilidades do uso de métodos multicritério para realização de avaliações e análises que envolvam objetivos e metas que representam compromissos governamentais assumidos em nível global.

Referências bibliográficas

Alvim, Emilly Shelly Gonçalves; Santos, Isabel Elisa dos; Sena, Larissa Gomes; Freitas, Rodrigo Randow de; Gonçalves, Wellington. Modelo de apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015. **Anais...** Ponta Grossa, PR, 2015.

AIRES, Renan Felinto de Farias; FERREIRA, Luciano. Uma Análise Sobre Reversão de ranking no Método TOPSIS. In: XLVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2014.

Anais... Salvador, BA, 2014.

BRASIL. Presidência da República. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**: Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília: Ipea, 2014.

BULGURCU, B. K. Application of TOPSIS technique for financial performance evaluation of technology firms in Istanbul stock exchange market. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 62, n. 1, p. 1033-1040, 2012.

COSTA, Leandro Santos; DUARTE JÚNIOR, Antonio Marcos. Uma metodologia para a pré-seleção de ações utilizando o método multicritério TOPSIS. In: XLV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2013. **Anais...** Natal, RN, 2013.

GALLO, Edmundo; SETTI, Andréia Faraoni Freitas. Território, intersectorialidade e escalas: requisitos para a efetividade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 19, n. 11, p. 4383-4396, 2014.

GODINHO, Jucemara Marques; MIRANDA, Luiz Miguel. Aplicação de Método de Análise Multicritério na Escolha de Traçado de Linhas de Ônibus de Transporte Público Utilizando Sistema de Informação Geográfica. **E&S - Engineering and Science**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2014.

HEIN, Nelson; DEGENHART, Larissa; VOGT, Mara; KROENKE, Adriana; CAMPESTRINI, Ivan Marcos. Método TOPSIS na avaliação das empresas listadas no IBrX-100: uma avaliação multicritério dos impactos ambientais. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015. **Anais...** Ponta Grossa, PR, 2015.

HWANG, C. L., YOON, K. **Multiple attribute decision making: methods and applications**, New York: Springer-Verlag, 1981.

KROHLING, Renato A.; CAMPANHARO, Vinicius C. *Fuzzy-TOPSIS* para tomada de decisão multicritério uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar. In: XLI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2009. **Anais...** Porto Seguro, BA, 2009, p. 1731-1742.

KROHLING, Renato A.; SOUZA, Talles T. M. Dois Exemplos da Aplicação da Técnica TOPSIS para Tomada de Decisão. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, Visconde de Araújo, n. 8, p. 31-35, 2011.

LIMA JÚNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 17-34, 2015.

MELLO, A. F. P. Monitoramento e avaliação da regulamentação sobre recolhimento de alimentos no Brasil: proposição de indicadores e métricas. Rio de Janeiro, 2015, 185 p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

MELLO, Arianni F. P., ALMEIDA, Maria Fátima Ludovico; CALILI, Rodrigo Flora. Avaliação da regulamentação sobre recolhimento de alimentos no Brasil: proposição de indicadores. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 2015. **Anais...** Bento Gonçalves, RS, 2015, p. 1-4.

MEYER, Patrick; ROUBENS, Marc. Choice, ranking and sorting in fuzzy multiple criteria decision aid. Chapter 12. P. 471-503. Livro: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Editors: Figueira, José; Greco, Salvatore; Ehrgott, Matthias. Ed. Springer, 2005, 1048p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS [ONU]. Declaração do Milênio – Cimeira do Milênio 2000, Nova Iorque, 6-8 de Setembro de 2000. In: *United Nations Millennium Declaration DPI/2163 – Portuguese – 2000*. Lisbon: United Nations Information Centre, 2001.

PNUD. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

REZENDE, Maria José. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e as ações voluntárias: em questão os esforços individuais e o processo de individualização. UAEMex, Cidade do México, n.

48, p. 105-135, sep-dic, 2008.

SILVA, Renaud Barbosa; NETTO, Maria Aparecida Cavalcanti. Uma estrutura de apoio à decisão para orientar a escolha de projetos prioritários para a infraestrutura de transporte do Brasil. In: XLII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2010. Anais... Bento Gonçalves, 2010.

SOUZA, João Paulo. A mortalidade materna e os novos objetivos de desenvolvimento sustentável (2016–2030). **Rev Bras Ginecol Obstet.**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 12, p. 549-51, 2015.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

1. Doutoranda em Sistemas de Gestão Sustentáveis na Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: noemi_alice@yahoo.com.br

2. Professor Adjunto do Programa de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: glima@id.uff.br

3. Professor Adjunto do Programa de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: marcelo@latec.uff.br

4. Doutorando em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: luiz.gaviao67@gmail.com

5. Doutorando em Sistemas de Gestão Sustentáveis na Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: marceloarese@hotmail.com

6. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: cid.alledi@gmail.com

7. Professor Adjunto do Programa de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: sfranca@latec.uff.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 34) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados