

## **PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO PARA A SELEÇÃO DE CANDIDATOS À BOLSA AUXÍLIO DO PNAES**

**Emerson S. Aguiar**

**Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**

Centro de Ciência e Tecnologia – CCT

R. Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário - CEP 58.429-140 – Campina Grande, PB, Brasil.

**e-mail:** [emerson.santosaguiar@gmail.com](mailto:emerson.santosaguiar@gmail.com)

**Vanessa B. S. Silva**

**Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA

R. Luiz Grande, S/N - CEP 58.540-000 – Sumé, PB, Brasil.

**e-mail:** [vanessa\\_eletrica@yahoo.com.br](mailto:vanessa_eletrica@yahoo.com.br)

**Fernando Schramm**

**Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**

Centro de Ciência e Tecnologia – CCT

R. Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário - CEP 58.429-140 – Campina Grande, PB, Brasil.

**e-mail:** [fernandoschramm@globo.com](mailto:fernandoschramm@globo.com)

### **RESUMO**

O objetivo deste estudo é a construção de um procedimento para apoiar as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) na seleção de alunos para serem contemplados com a bolsa auxílio concedida no âmbito do Plano Nacional de Assistência Estudantil (PNAES). Inicialmente, foi feito um estudo visando entender como são realizados os processos seletivos e visando encontrar os critérios de seleção utilizados. Foi verificado que, embora as formas adotadas apresentem preocupação com as bases do PNAES, não existe um procedimento padrão que apoie este processo de forma estruturada, garantindo a consideração de todos os critérios sugeridos pelo PNAES. O procedimento proposto é baseado no método multicritério PROMETHEE II e visa preencher essa lacuna, além de garantir a imparcialidade e transparência do processo seletivo.

**PALAVRAS CHAVE. Análise Multicritério de Apoio a Decisão, PROMETHEE II, Seleção de Candidatos.**

**Área Principal: AdP - PO na Administração Pública**

### **ABSTRACT**

The objective of this study is to develop a procedure to support the Brazilian Federal Colleges and Universities in the selection of students to be contemplated with scholarships. Initially, it was verified how selection processes is performed in these educational institutions and the criteria used in this decision-making processes. It was verified that, although the selection processes take into consideration Brazilian Government guidelines, there is not a standard procedure to support this process in a structured way. In addition, the selection approaches do not ensure that all Government criteria are being considered. The proposed procedure is based on PROMETHEE II multi-criteria method and it intends to fill this gap, ensuring impartiality and transparency in the selection process.

**KEYWORDS. Multi-Criteria Decision Analysis, PROMETHEE II, Student Selection.**

**Main area: AdP - OR in Public Administration**

## 1. Introdução

No que se refere ao contexto da Educação Superior no Brasil, o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) instituído pelo Governo brasileiro contempla alguns princípios norteadores: (i) ampliar a oferta de vagas nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES); (ii) certificar a qualidade; (iii) promoção da inclusão social pela educação; (iv) ordenação territorial, assegurando o ensino de qualidade em todas as partes do território da Federação; e (v) desenvolvimento socioeconômico, fazendo da educação superior um elemento estratégico para a produção científico-tecnológica, para a integração e para a formação da Nação (Brasil, 2014). Para isso, o PDE contempla um conjunto de 40 programas, dentre eles o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) que tem como meta dobrar, em 10 anos, o número de alunos matriculados nas IFES por meio do aumento de vagas, bem como pela adoção de outras medidas estratégicas, tais como: a ampliação ou abertura de cursos noturnos; o aumento do número de alunos por professor; a redução do custo por aluno; a flexibilização de currículos; e o combate à evasão, que, segundo Veloso e Almeida (2002) tem como principal causa a conciliação do estudo com uma atividade remuneratória.

Sobre a evasão estudantil, Silva Filho et al. (2007) a identifica como passível de ser averiguada sob dois aspectos similares, mas não idênticos. O primeiro leva em consideração a evasão anual média, que mede qual a porcentagem de alunos matriculados em um sistema de ensino superior que não se matricularam no ano seguinte. O segundo aspecto é a evasão total, que mede o número de alunos que iniciaram um curso, mas não obtiveram diploma após sua saída da Instituição de Ensino Superior (IES). Segundo o levantamento feito pelos autores, entre 2000 e 2005, a taxa anual média de evasão no ensino superior brasileiro é de 22%, sendo essa evasão anual de 12% nas IES públicas e de 26% nas IES particulares. Em relação a evasão total, o Brasil tem um índice de 48%, sendo de 33% nas IES públicas e 53% nas IES privadas.

Diante desse cenário, por meio do Decreto nº 7.234 de 19 de julho de 2010 (Brasil, 2010), foi criado o Plano Nacional de Assistência Estudantil (PNAES) que sustenta a permanência de estudantes de baixa renda matriculados em cursos de graduação presencial das IFES. O objetivo do PNAES é viabilizar a igualdade de oportunidades entre todos os estudantes e contribuir para a melhoria do desempenho acadêmico, a partir de medidas que buscam combater situações de repetência e evasão (Brasil, 2010). O PNAES oferece assistência à moradia estudantil, alimentação, transporte, saúde, inclusão digital, cultura, esporte, creche e apoio pedagógico (Brasil, 2010). As ações são executadas pela própria instituição de ensino, que deve acompanhar e avaliar o desenvolvimento do programa, bem como selecionar os alunos a serem contemplados com as ações, que deve levar em consideração alguns requisitos mínimos estabelecidos pelo PNAES, podendo ser acrescentados outros critérios de seleção de acordo com o entendimento da própria instituição.

A análise dos processos seletivos realizados em diversas IFES mostra que além de não existir um procedimento padrão para a seleção de candidatos a serem contemplados com as ações do PNAES nas diversas formas adotadas pelas IFES para selecionar seus alunos, também não existe garantia de que os requisitos mínimos estabelecidos pelo programa estão sendo, efetivamente, levados em consideração, o que pode comprometer a qualidade do programa. Mesmo dentro da mesma IFES, dependendo de quem seja o responsável pelo processo seletivo, podem ser adotados diferentes critérios de seleção em cada nova seleção, ou seja, o processo não é imune à parcialidade de julgamentos. Na análise desses processos seletivos, Pereira e Almeida (2015) verificaram que apenas uma universidade indicou a existência de manuais ou normas metodológicas de orientação, seja para interpretação dos dados e informações, seja para definição dos indicadores.

A necessidade de um procedimento estruturado para seleção de candidatos se justifica também: (i) pelo grande número de alunos que normalmente são avaliados nesses processos seletivos; (ii) pelo quadro reduzido de profissionais qualificados para a realização de tal avaliação; e (iii) pela questão da transparência nas informações relativas à implementação, acompanhamento e resultados dos programas, projetos e ações dos órgãos e entidades públicas, conforme estabelecido na Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011 (Brasil, 2011).

Acerca deste contexto de decisão envolvendo um grande número de candidatos sendo avaliado por um pequeno grupo de profissionais segundo um conjunto de critérios, Miller (1956) *apud* Valois e Almeida (2009) destaca que a capacidade humana de analisar e tomar uma boa decisão apresenta limitações quando é preciso levar em consideração, simultaneamente, um número elevado de fatores e elencá-los conforme sua importância dentro de um processo de escolha envolvendo também inúmeras alternativas. Diante disso e de todas as características apresentadas para o processo decisório em questão, verifica-se que se faz necessário a definição de um procedimento robusto, eficiente e transparente para ser utilizado pelas IFES para a seleção de candidatos a bolsa do PNAES, que garanta um real alinhamento com as metas do programa.

A análise multicritério de apoio à decisão (MCDA, acrônimo para o termo em inglês *Multi-Criteria Decision Analysis*) se apresenta como uma ferramenta poderosa para auxiliar na construção de tal procedimento, pois auxilia na estruturação do problema, na avaliação dos candidatos e na seleção propriamente dita, a qual garante a consideração de todos os critérios estabelecidos pelos envolvidos na decisão. Além disso, a técnica ajuda a promover a imparcialidade da decisão pública, a qual é prevista pela Constituição Federal do Brasil, em seu artigo 37 (Silva et al., 2014).

Portanto, o objetivo deste estudo é propor um procedimento a ser utilizado pelas IFES para a seleção de candidatos à bolsa auxílio do PNAES. O procedimento é baseado na proposta de Silva et al. (2014) para seleção de candidatos à bolsa formação do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). Este procedimento, por sua vez, é baseado no método multicritério PROMETHEE II (Brans e Vincke, 1985), que faz uma agregação não compensatória dos desempenhos obtidos por uma determinada alternativa em relação a um conjunto de critérios, quando comparada com o desempenho de outras alternativas, e retorna um ranking das alternativas com base nos respectivos desempenhos globais.

Para apresentar a proposta, o artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado o contexto da decisão para o qual o procedimento será desenvolvido; na seção 3 é apresentado um estudo sobre MCDA, detalhando o método PROMETHEE II e o procedimento proposto por Silva et al. (2014); na Seção 4 é apresentado o procedimento proposto; e, por fim, na Seção 5 são apresentadas algumas conclusões do estudo.

## **2. Contexto da Decisão**

A gestão da assistência estudantil nas IFES está definida pelo Decreto nº 7.234, de 19 de julho de 2010 (Brasil, 2010), que cria o PNAES. Os objetivos do PNAES são: (i) apoiar a permanência de alunos de baixa renda nos cursos de graduação através de subsídios, com intuito de diminuir a desigualdade social; e (ii) possibilitar a democratização na educação superior. No que concerne à bolsa auxílio, o PNAES estabelece que serão priorizados alunos com renda per capita de até 1,5 (um, cinco) salários mínimos e oriundos da rede pública de ensino ou da rede privada, caso o aluno tenha sido bolsista integral.

Segundo Pereira e Almeida (2015), o desafio na seleção de candidatos à bolsa auxílio concedida pelas IFES no âmbito do PNAES (renda per capita e procedência escolar), passa pelo posicionamento na elaboração de procedimentos para a definição do perfil de vulnerabilidade através do adicionamento de critérios de naturezas diferentes, a fim de transcender a visão mercantilista que indica a renda per capita como critério prioritário para concessão da bolsa.

Dessa forma, é comum as IFES tomarem outros critérios de forma complementar, tais como: (i) coeficiente de rendimento acadêmico; (ii) distância da residência para a universidade; e (iii) casos de doenças no grupo familiar. Além de critérios diferentes, as metodologias utilizadas para agregar as informações e selecionar os alunos também são diferentes. Em contrapartida, a metodologia de seleção em todas as universidades pesquisadas tem como principal base a análise documental solicitada aos candidatos, que comprovem a sua situação de vulnerabilidade.

Além disso, a partir do levantamento dos critérios de seleção de candidatos adotados pelas IFES apresentado na Tabela 1, foi possível constatar que, com exceção da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), todas as demais IFES analisadas fazem uso de entrevistas como mecanismos para avaliar os candidatos.

**Tabela 1 - Agrupamento dos critérios complementares considerados pelas IFES analisadas.**

Aspecto avaliado	Definição	IFES	Aspecto Correspondente
<b>Problemas de saúde</b>	Refere-se a problemas de saúde do aluno, ou de algum dos membros de sua composição familiar. Doença grave ou crônica que impeça a inserção do portador no mercado de trabalho ocasiona despesas adicionais com medicamentos e tratamentos.	UNIFESP	Impacto de doenças graves na organização familiar
		UFRJ	Problemas de saúde
		UFRGS	Situação de saúde do estudante e grupo familiar
		UFSC	Situações de doença familiar
<b>Investimentos</b>	Refere-se aos investimentos que são considerados necessários para a manutenção básica da família.	UNIFESP	Acesso a bens e serviços privados; patrimônio familiar apresentado; aplicações financeiras; despesas com moradia do grupo familiar e moradia provisória do estudante;
		UFRJ	Bens;
<b>Situação de moradia</b>	Este aspecto avalia se o candidato tem despesas extras (aluguel/financiamento) com aluguel do imóvel que reside.	UNIFESP	Moradia do estudante ou da família;
		UFRJ	Despesas mensais da família; condições de moradia;
		UFRGS	Situação de moradia do estudante e grupo familiar.
		UFSC	Despesas do aluno moradia.
<b>Programas de transferência de renda</b>	Refere-se a participação em programas de transferência de renda governamentais.	UNIFESP	Participação em programas de transferência de renda governamentais.
<b>Tempo de curso integralizado</b>	Refere-se a porcentagem da carga horária obrigatório concluída no curso de graduação	UFRGS	Menor tempo de curso integralizado.
<b>Proximidade entre moradia e universidade</b>	Este aspecto avalia a distância da residência do candidato para a IFES, uma vez que distâncias longas acarretam custos adicionais para frequentar as aulas e implicam na disponibilidade frequentar o curso.	UFRJ	Local de moradia
		UFRGS	Viabilidade de frequentar a universidade;
		UFSC	Distância da moradia;
<b>Condições de emprego</b>	Refere-se a avaliações que verificam se os membros da composição familiar, elegíveis para o mercado de trabalho, estão de fato trabalhando, bem como o grau de estabilidade das atividades laborais ou a possibilidade de deixar de ser desempregado ou ter ascensão profissional.	UNIFESP	Estudante provedor financeiro do grupo familiar; situação de trabalho do grupo familiar e do próprio estudante; desemprego do provedor financeiro da família; estabilidade de emprego e renda; Curso de graduação concluído anteriormente.
		UFRJ	Principal provedor; escolaridade dos pais.
		UFRGS	Situação de escolaridade do estudante e do grupo familiar.
		UFSC	Desemprego e situações de desagregação familiar;
<b>Fragilização de vínculos afetivos relacionais e de pertencimento social</b>	Refere-se a pessoas com perfil o deixe exposto a preconceito (etário, étnico, de gênero, por deficiência e orientação/identidade sexual).	UNIFESP	Fragilização de vínculos afetivos relacionais e de pertencimento social
<b>Composição familiar</b>	Refere-se a observar como se deu a composição da família em um certo período de tempo.	UFRJ	Aluno que reside sozinho, antes mesmo de seu ingresso na universidade, e que arca com todos os custos para a sua subsistência, sem qualquer suporte familiar.
<b>Moradia em condições de risco</b>	Identificar se a moradia está em área de risco (regiões onde é recomendada a não construção, devido a grande exposição a desastres naturais).	UNIFESP	Residência familiar localizada em área irregular ou de risco.
		UFRJ	Local de moradia.



Alguns critérios utilizados pelas IFES são redundantes entre si, ou seja avaliam o mesmo aspecto/característica do candidato, particularmente a situação social do candidato. A interdependência entre estes critérios equivale a elevar consideravelmente a importância do aspecto social em detrimento a outros aspectos que devem ser levados em consideração na distribuição das bolsas, pois o PNAES é um importante instrumento de desenvolvimento da educação no país, requerendo dos bolsistas contemplados um bom rendimento acadêmico. Portanto, o modelo de avaliação socioeconômica para a bolsa do PNAES é passível de reestruturação, para que seja considerado um novo procedimento de avaliação mais robusto, ágil, imparcial e que garanta a observação de todos os aspectos apreciados.

### **3. Análise Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA)**

Almeida (2013) define um problema de decisão multicritério como uma situação, onde podem ser apreciadas pelo menos duas alternativas a se escolher; essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender múltiplos objetivos, que, comumente, são conflitantes entre si. A análise deste tipo de problema é conhecida na literatura pelo termo MCDA.

Segundo Gomes (2004), a MCDA é um processo que pode ser interpretado como a sequência das seguintes etapas: (i) identificar os decisores; (ii) definir as alternativas; (iii) definir os critérios relevantes para o problema de decisão; (iv) avaliar alternativas em relação aos critérios; (v) determinar a importância relativa dos critérios; (vi) realizar a avaliação de cada alternativa; (vii) analisar globalmente o conjunto das alternativas; e (viii) elaborar as recomendações a serem seguidas. As três primeiras etapas são conhecidas como Fase de Estruturação, que busca identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes no processo de apoio à decisão; as quatro etapas seguintes compõem a Fase de Avaliação, que tem como objetivo a aplicação de métodos multicritério para apoiar a análise das preferências e a sua agregação; e a terceira fase, composta pela última etapa, é a Fase de Recomendação dos cursos de ação a serem seguidos (Longaray et al., 2014).

Muitos métodos foram desenvolvidos para apoiar problemas de decisão multicritério. Roy (1996) classifica esses métodos da seguinte forma: (i) Métodos de critério único de síntese, que são assim conhecidos por agruparem os critérios em um único critério de síntese; (ii) Métodos de sobreclassificação que estão fundamentados na construção de uma relação de subordinação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis; e (iii) Métodos interativos: que são métodos que mesclam a abordagem de tentativas e erros junto com a lógica MCDA.

Outra classificação encontrada na literatura diz respeito ao tipo de problemática para a qual os métodos multicritério são direcionados (Vincke, 1992): (i) Problemática de Escolha - tem como objetivo esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto de um determinado espaço, bem como os problemas de otimização; (ii) Problemática de Classificação - tem como objetivo a alocação de cada ação em uma classe; (iii) Problemática de Ordenação - tem como objetivo ordenar ações; e (iv) Problemática de Descrição - tem como objetivo apoiar a decisão através da descrição das ações e de suas consequências. Além destas, Almeida (2013) considera uma quinta problemática, a Problemática de Portfólio, que tem como objetivo de escolher, do conjunto de alternativas, certo subconjunto que atenda aos objetivos, quando sujeito a determinadas restrições.

Por fim, os métodos de decisão multicritério podem ser classificados em (Almeida, 2013): (i) compensatórios, quando a desvantagem em algum critério pode ser compensada pela vantagem em outro (*trade-off*), ou seja, quando os pesos dos critérios representarem uma taxa de substituição e não apenas a ordem de importância relativa dos critérios; e (ii) não compensatórios, quando os pesos dos critérios representarem apenas a ordem de importância relativa dos critérios ao invés de representarem uma taxa de substituição ou *trade-offs*.

Segundo Almeida (2013), os métodos não compensatórios podem ser conhecidos, por métodos de superação, prevalência ou subordinação e síntese, mas a nomenclatura mais difundida é a de métodos de sobreclassificação. Roy (1996) justifica esta denominação mostrando que esse tipo de método explora a preferência do decisor através de uma relação binária onde pode-se

dizer que uma dada alternativa  $a$  sobreclassifica uma alternativa  $b$  se  $a$  é considerada pelo menos tão boa quanto  $b$  e não se tem argumentos suficientes para dizer a mesma coisa de  $b$  em relação a  $a$ .

De acordo com Brans e Mareschal (2002), os métodos de sobreclassificação são constituídos de duas etapas fundamentais: (i) construção de uma relação de sobreclassificação, que representa a agregação de informações entre as alternativas e os critérios; e (ii) exploração dessa relação para apoio a decisão. Dentre as famílias dos métodos de sobreclassificação, os métodos com maior destaque são os da família PROMETHEE (Brans e Vincke, 1985) e os da família ELECTRE (Roy, 1996).

Em sua aplicação, o PROMETHEE requer informações sobre a definição e avaliação de cada critério. A peculiaridade do método é a noção de critério generalizado, que tem a finalidade de captar a amplitude das diferenças entre as avaliações de cada alternativa em cada um dos critérios, dando a real dimensão de preferência pela diferença de desempenho (Morais *et al.*, 2010). Para isso, o método oferece dois graus de liberdade ao decisor, que são a seleção do tipo de função de preferência e a definição dos limiares de preferência e indiferença, quando requeridos pela função escolhida (Brans e Mareschal, 2002). O discernimento sobre critério generalizado é utilizado para montar a relação de sobreclassificação valorada, a qual envolve conceitos e parâmetros que podem ser interpretados pelo decisor de forma física ou econômica (Almeida, 2013). Figueira *et al.* (2006) *apud* Garcez *et al.* (2012) defende que a grande aceitabilidade dos métodos da família PROMETHEE, por parte dos decisores, é devida à facilidade da aplicação matemática e computacional e ao uso de elementos de simples entendimento. Brans e Mareschal (2002) afirmam que a maior barreira para o melhor aproveitamento no uso da família PROMETHEE é a compreensão das funções de preferência pelo decisor, uma vez que, segundo Araújo e Almeida (2009), a robustez do método é apoiada nos limites de indiferença e preferência.

O ponto de partida dos métodos PROMETHEE é uma matriz de avaliação das alternativas com relação aos critérios.

Em seguida, uma função de preferência (critério generalizado) e um peso deve ser definido para cada um dos critérios considerados. A função de preferência fornece a intensidade de preferência de uma alternativa  $a$  sobre outra  $b$ , com relação a um dado critério  $j$  (Silva *et al.*, 2014). A intensidade de preferência  $P_j(a, b)$  deve ser calculada para cada par de alternativas e em cada um dos critérios, seguindo as recomendações de Almeida e Costa (2002). As intensidades de preferência admitem valores compreendidos entre zero e um (relação de preferência *Fuzzy*).

O passo seguinte é a determinação do índice de preferência para cada par de alternativas, que é dado pela agregação das intensidades de preferências determinadas para todos os critérios, referente ao respectivo par de alternativas. A agregação é conseguida por (Brans e Vincke, 1985):

$$P(a, b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b) \quad (1)$$

$$W = \sum_{j=1}^n w_j \quad (2)$$

onde  $n$  é o número de critérios.

Por fim, dois índices são calculados a partir dos índices de preferência. O primeiro é o fluxo positivo  $\phi^+(a)$  que expressa o quanto uma alternativa  $a$  sobreclassifica as demais. Quanto maior o fluxo positivo, melhor essa alternativa  $a$  é. O segundo é o fluxo negativo  $\phi^-(a)$  que expressa quanto uma alternativa  $a$  é sobreclassificada pelas demais. Quanto maior o fluxo negativo, melhor essa alternativa  $a$  é.

$$\phi^+(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(a, b)}{m-1} \quad (3)$$

$$\phi^-(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(b,a)}{m-1} \quad (4)$$

onde  $m$  é o número de alternativas.

Os métodos da família PROMETHEE são (Brans e Vincke, 1985; Brans et al., 1986; Almeida e Costa, 2002; Silva et al. 2014): PROMETHEE I, ROMETHEE II, PROMETHEE III, PROMETHEE IV, PROMETHEE V, PROMETHEE VI e PROMETHEE GAIA.

O método utilizado no procedimento de seleção proposto é o PROMETHEE II. Este método foi escolhido porque ele estabelece uma pré-ordem completa, não aceitando incomparabilidade entre as alternativas, sendo destinado a problemáticas de ordenação. No PROMETHEE II a pré-ordem completa das alternativas é obtida a partir de uma grandeza conhecida como fluxo líquido  $\phi(a)$ , que pode ser entendida como o desempenho real de uma alternativa em relação às demais. O fluxo líquido é dado por:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (5)$$

Portanto, uma alternativa  $a$  sobreclassifica uma alternativa  $b$  se, e somente se, seu fluxo líquido for maior que a desta. Por outro lado, duas alternativas são indiferentes se seus fluxos líquidos forem iguais.

No Brasil, o PROMETHEE II foi utilizado na construção de modelos de decisão para diferentes áreas: decisão sobre priorização de sistemas da informação (Almeida e Costa, 2002); gestão da manutenção (Cavalcante e Almeida, 2005); gestão de águas (Morais *et al.*, 2010); decisão sobre investimentos, (Araújo e Almeida, 2009); terceirização de atividades (Valois e Almeida, 2009); seleção de candidatos (Silva et al., 2014); seleção de programas de qualidade (Longaray et al., 2014); e seleção de projetos (Lima et al., 2014).

#### 4. Procedimento Proposto

O procedimento proposto visa apoiar as IFES na seleção de candidatos à bolsa do PNAES, destinada a alunos do ensino superior para auxiliar na conclusão dos seus respectivos cursos. Embora a proposta tenha sido elaborada para apoiar esse tipo de bolsa, ela pode ser facilmente adaptada para apoiar outros processos seletivos com motivação análoga.

A estrutura do procedimento está definida da seguinte forma: (i) definição dos critérios, levando em consideração as diretrizes do PNAES e a análise dos critérios comumente utilizados em processos de seleção de algumas IFES; (ii) triagem dos candidatos, onde uma pré-seleção é feita considerando a documentação entregue a luz dos critérios de exclusão determinados na etapa anterior; (iii) avaliação dos candidatos (de acordo com os critérios de classificação); (iv) construção do *ranking* (utilizando como ferramenta o método multicritério PROMETHEE II); e, por fim, o (v) resultado da seleção. O fluxograma do procedimento de seleção proposto está descrito na Figura 1.



Figura 1 - Fluxograma do procedimento de seleção.

##### 4.1. Estabelecimento dos Critérios

Para o estabelecimento do conjunto de critérios, as diretrizes que orientam a seleção de bolsas auxílio do PNAES foram analisadas, bem como foi utilizado o levantamento dos critérios de seleção utilizados por algumas IFES, os quais estão descritos na Tabela 1. Esses critérios foram divididos em: (i) critérios de exclusão; e (ii) critérios de classificação.

Os critérios de exclusão determinam se os candidatos atendem aos requisitos mínimos para participar do processo seletivo. Para este grupo foram estabelecidos os seguintes critérios:

- Renda familiar per capita mínima: no âmbito do PNAES serão atendidos, exclusivamente, alunos que provenham de famílias com renda *per capita* de até um salário mínimo e meio.
- Rede de ensino procedente: serão atendidos, exclusivamente, alunos oriundos da rede pública de educação básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) ou da rede privada, desde que estes tenham concluído o ensino básico mediante a concessão de bolsas integrais.
- Número de créditos no período letivo: serão atendidos pelo programa apenas alunos que estejam matriculados em disciplinas que no somatório de seus créditos resulte no mínimo de créditos exigidos por período letivo de cada IFES (20h semanais, por exemplo).

Os dois primeiros critérios de exclusão foram estabelecidos com base nas diretrizes do PNAES, artigo 5º do Decreto nº 7.232 (Brasil, 2010). E o terceiro critério de exclusão foi estabelecido com o propósito de garantir que os alunos estejam de fato progredindo em seus respectivos cursos.

**Tabela 2 - Critérios de avaliação de desempenho.**

ID	Critério	Descrição
C1	Renda familiar per capita	Este critério avalia a renda familiar per capita do grupo familiar do candidato a partir do modelo apresentado pela legislação da Reserva de Vagas (Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012 e a Portaria nº18, de 11 de outubro de 2012). Candidatos com a renda per capita mais baixa terão prioridade. A unidade de renda será monetária e em moeda brasileira (R\$).
C2	Problemas de saúde	Este critério avalia se o candidato ou algum membro da sua composição familiar é portador de uma doença crônica ou grave, que impeça a inserção no mercado de trabalho e ocasione despesas que impactem no orçamento familiar. Candidatos com este perfil terão prioridade. Para a comprovação o candidato deverá apresentar parecer médico que indique ligação com as doenças crônicas (estabelecidas pela Portaria nº 349 de 8 de agosto de 1996, baixada pelo Ministério da Saúde) ou graves (definidas pela Lei nº 7.713/88).
C3	Graduação concluída	Este critério avalia se o candidato possui algum curso de graduação concluído. Candidatos que não têm curso de graduação concluído terão prioridade. Os candidatos que não possuem graduação concluída deverão declarar isso em termo assinado por ele.
C4	Rendimento acadêmico	Este critério avalia o rendimento acadêmico do aluno. Candidatos com rendimento melhor terão prioridade. Este critério será avaliado através do coeficiente de rendimento acadêmico do candidato emitido pela coordenação de seu curso.
C5	Proximidade entre moradia e universidade	Este critério avalia o quão distante o candidato reside da IFES, o que irá implicar em um custo adicional para frequentar as aulas. Candidatos que residem mais distante da IFES terão prioridade. Este critério será avaliado pela distância em quilômetros entre a residência do candidato e o local de estudo, o que se dará com o apoio da ferramenta <i>Google Maps</i> .
C6	Situação de moradia do candidato	Este critério avalia se o candidato tem despesas extras com aluguel ou financiamento do imóvel que reside. O candidato com esse perfil tem preferência. Para avaliar este critério, o candidato deverá apresentar os devidos comprovantes de aluguel ou financiamento no nome do próprio candidato ou de seus pais ou, ainda, no nome de outra pessoa que compartilha do imóvel, com a devida comprovação (Comprovante de pagamento de alguma despesa relacionada ao imóvel no nome do candidato).

Em relação aos critérios de classificação utilizados neste procedimento, foram considerados aqueles que estavam em consonância com os objetivos e diretrizes do PDE e do PNAES, cujas descrições estão apresentadas na Tabela 2. O critério C1, além de ser o principal aspecto considerado em uma análise socioeconômica, ele é o único critério de classificação estabelecido como obrigatório na legislação do PNAES. Pelo fato das doenças crônicas e graves afetarem diretamente na renda do grupo familiar, assim como as despesas com o aluguel ou financiamento, os critérios C2 e C6 foram estabelecidos. Pelo fato da bolsa auxílio ter o papel de motivar o estudante a concluir uma graduação e pelo fato dela ter o papel de promover a inclusão social pela educação, então, C3 foi considerado. O critério C4 garante que o foco do programa não seja apenas a distribuição de renda, mas sim a qualificação da comunidade discente e a melhoria dos indicadores de desempenho dos cursos de graduação oferecidos pelas IFES. Já o critério C5 garante que o aluno tenha condições de arcar com o custo adicional decorrente do



deslocamento dele até a IFES.

#### 4.2. Definição dos Parâmetros

Nesta seção estão definidos os seguintes parâmetros do procedimento proposto.

##### a) Pesos

Cada IFES deverá estabelecer os pesos associados a cada um dos critérios de classificação estabelecidos no procedimento proposto. Estes pesos irão representar uma medida de importância relativa do critério no processo seletivo de acordo com o entendimento da IFES, o que será feito pelo setor responsável pela gestão da assistência estudantil. A flexibilidade na atribuição dos pesos torna o modelo apropriado para ser aplicado por diferentes IFES.

O responsável/decisor deverá atribuir pesos a cada um dos critérios, correspondendo a valores entre 0 e 10, onde 0 (zero) indica que o critério não terá importância alguma para o processo seletivo em questão, o que equivale a dizer que o critério não será considerado, e 10 (dez) é o valor correspondente a maior importância relativa. Resende et al. (2010) recomendam que, inicialmente, deve-se atribuir pesos iguais a todos os critérios e, em seguida, deve-se alterá-los durante a etapa de análise de sensibilidade.

Ao final, o seguinte vetor de pesos é obtido  $P = [p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6]$ . Em seguida, o vetor de pesos é normalizado dividindo o valor correspondente de cada um dos pesos pelo somatório dos pesos, de modo que o somatório dos pesos normalizados seja igual a 1.

$$P = [p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6] \xrightarrow{\text{Normalização}} P_n = [p_{1n}, p_{2n}, p_{3n}, p_{4n}, p_{5n}, p_{6n}]$$

A flexibilidade na definição dos pesos é importante, pois permite que cada IFES estabeleça sua preferência em relação a cada um dos critérios. Por exemplo, se o decisor de uma IFES qualquer observar que dentro do conjunto de critérios há um critério que pode reduzir a evasão escolar, então, ele pode reconsiderar a importância relativa deste critério aumentando o seu peso. Dessa forma, à medida que os pesos dos critérios são alterados, o decisor poderá avaliar o impacto desta mudança na classificação dos candidatos. Em contrapartida, para que o procedimento não seja comprometido, a definição dos pesos requer a atenção do decisor em um ponto específico. Como o estabelecimento de todos os critérios tomou como base o perfil de vulnerabilidade econômica do candidato, então, a atribuição de pesos nulos nos critérios deve ser evitada. De maneira análoga, também deve ser evitada a atribuição de peso com valor muito alto em um critério específico, pois isso fará com os demais critérios tenham pesos muito baixos.

##### b) Funções de Preferência

Para cada critério de classificação, foi atribuída uma das funções de preferência apresentadas no Quadro 1. Este tipo de função apresenta a preferência por um candidato, tendo como base a diferença de desempenho entre ele e os demais. A seguir, serão descritas as definições das funções de preferência para o procedimento proposto.

Para o critério C1, que avalia a renda familiar per capita dos candidatos, ficou estabelecido que não há preferência de candidato quando a diferença de desempenho nesse critério é de até  $LI_1$  unidades monetárias (R\$), onde  $LI_1$  representa o limiar de indiferença associado ao critério C1; em contrapartida, quando essa diferença é superior a  $LI_1$  unidades, o candidato com menor renda terá total preferência sobre o candidato com maior renda. Matematicamente, tem-se:  $P_j(a,b) = 1$ , se  $g_j(a) - g_j(b) > LI_1$  e  $P_j(a,b) = 0$ , caso contrário. O valor  $LI_1$  deverá ser estabelecido pelo setor responsável pela gestão da assistência estudantil na IFES. Portanto, a função formato U (Tipo 2), ilustrada no Quadro 1, é a mais compatível.

Para o critério C2, foi estabelecido que um candidato que apresente a propriedade avaliada pelo critério terá total preferência sobre o candidato que não possui a propriedade. Matematicamente, tem-se que:  $P_j(a,b) = 1$ , se  $g_j(a) - g_j(b) > 0$  e  $P_j(a,b) = 0$ , caso contrário. Portanto, a função usual (Tipo 1), ilustrada no Quadro 1, é a mais compatível. O mesmo acontece para o critério C6.

Para o critério C3, foi estabelecido que um candidato que não apresente a propriedade avaliada pelo critério terá total preferência sobre o candidato que possui a propriedade. Matematicamente, tem-se que:  $P_j(a,b) = 1$ , se  $g_j(a) - g_j(b) < 0$  e  $P_j(a,b) = 0$ , caso contrário. Portanto, a função usual (Tipo 1) é a mais compatível.

Para o critério C4, observou-se que a função de níveis (Tipo 4) é a que melhor representa o critério (Quadro 1). Logo, a preferência pelo candidato com rendimento mais alto aumenta conforme a diferença entre os desempenhos dos candidatos no critério cresce. Assim, existirá preferência estrita se, e somente se, a diferença entre os desempenhos for maior ou igual a 1, isto significa que admite-se limiar de preferência,  $p$  ( $p = 1$ ). Em casos que a diferença for inferior a 1, mas maior que 0,5, considera-se uma preferência parcial. Por fim, se a diferença de desempenhos for até 0,5 não há preferência de candidato ( $q = 0,5$ ). Matematicamente, tem-se:  $P_j(a,b) = 1$ , se  $g_j(a) - g_j(b) > 1$ ,  $P_j(a,b) = 0,5$ , se  $0,5 < g_j(a) - g_j(b) \leq 1$  e  $P_j(a,b) = 0$ , se  $g_j(a) - g_j(b) \leq 0,5$ .

Para o critério C5, foi estabelecido que não há preferência de um candidato em relação a outro caso a diferença entre os desempenhos das alternativas não ultrapassem o limiar de indiferença,  $LI_5$ . Matematicamente, tem-se:  $P_j(a,b) = 1$ , se  $g_j(a) - g_j(b) > LI_5$  e  $P_j(a,b) = 0$ , caso contrário. De modo análogo ao critério C1, o valor  $LI_5$  deverá ser estabelecido pelo setor responsável pela gestão da assistência estudantil na IFES. Portanto, a função formato U (Tipo 2) é a mais compatível.

**Quadro 1 - Critérios gerais para o PROMETHEE.**

<b>Função tipo 1 – Critério usual:</b> não há parâmetro a ser definido.	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
<b>Função tipo 2 – Quase critério:</b> define-se o parâmetro $q$ .	$g_i(a) - g_i(b) > q$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
<b>Função tipo 3 – Limiar de preferência:</b> define-se o parâmetro $p$ .	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{g_i(a) - g_i(b)}{p}$ $F(a,b) = 0$
<b>Função tipo 4 – Pseudo critério:</b> definem-se os parâmetros $q$ e $p$ .	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0,5$ $F(a,b) = 0$
<b>Função tipo 5 – Área de indiferença:</b> definem-se os parâmetros $q$ e $p$ .	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{(g_i(a) - g_i(b)) - q}{p - q}$ $F(a,b) = 0$
<b>Função tipo 6 – Critério gaussiano:</b> O desvio padrão deve ser fixado.	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal. $F(a,b) = 0$

Fonte: Adaptado de Almeida (2013) e Brans et al. (1986)

### 4.3. Triagem dos candidatos

Durante essa etapa do procedimento, os decisores, ou o setor responsável pelo processo, irá avaliar a documentação entregue por cada um dos candidatos com o objetivo de verificar se os mesmos se enquadram no perfil pretendido pelo programa. Além disso, os candidatos que não entregaram toda a documentação exigida serão eliminados do processo de seleção. O motivo da exclusão desses candidatos na seleção deve ser apontado nas respectivas fichas de inscrição.

### 4.4. Avaliação dos candidatos

Nessa etapa, os candidatos que foram aprovados na etapa de triagem terão seus dados verificados e alocados em uma matriz de avaliação. Cada célula  $c_{ij}$  da matriz irá conter o desempenho do candidato  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) no critério  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ). A avaliação de cada critério deve rigorosamente levar em consideração as escalas e procedimentos descritos na Tabela 2.

### 4.5. Construção do ranking de candidatos

Nesta etapa, o método multicritério PROMETHEE II será aplicado, o ranking dos candidatos será construído e uma análise de sensibilidade sobre os parâmetros do modelo será

realizada. A saída da aplicação do método será a informação do fluxo líquido  $\phi(\cdot)$  de cada um dos candidatos. Para construir o *ranking* final, o decisor deverá ordenar as alternativas da melhor para a pior com base nos fluxos líquidos obtidos. A robustez do *ranking* final será verificada por meio de uma análise de sensibilidade aplicada aos parâmetros do modelo, principalmente, ao parâmetro peso dos critérios. A análise de sensibilidade é importante para reduzir as eventuais inconsistências durante a atribuição desse parâmetro (Lima et al., 2014), permitindo ao decisor avaliar o impacto de mudanças nos valores dos pesos. Nesse sentido, o decisor pode fazer alterações nos pesos dos critérios e verificar o impacto destas alterações no *ranking* final.

#### 4.6. Resultado da Seleção

O setor responsável pelo programa pode definir que apenas um número  $k$  de candidatos será classificado, sendo  $k$  a quantidade de bolsas auxílio, ou selecionar um valor superior a  $k$  (por exemplo,  $3k$  ou  $k + 1$ ), para que se possa ter um cadastro de reserva. Diante do exposto anteriormente, cada candidato pode ser classificado em três possíveis situações, dependendo do seu desempenho no processo seletivo: (i) classificado e aprovado – quando o candidato entregou toda a documentação comprobatória, atende todos os requisitos do programa e ficou ranqueado dentro das  $k$  bolsas disponibilizadas pela instituição; (ii) classificado e não aprovado – quando o candidato entregou a documentação comprobatória, atendeu aos requisitos do programa, mas não ficou ranqueado dentro do limite de bolsas disponibilizadas pela instituição; e (iii) eliminado – quando o candidato deixou de entregar alguma documentação ou não atendeu algum dos requisitos do programa. É recomendado que para garantir a transparência da seleção, uma lista com o nome de todos os candidatos seja divulgada. Nesta lista deve ser informada também a situação da candidatura (classificado e aprovado; classificado e não aprovado; ou eliminado). Caso o candidato tenha sido eliminado, deve-se esclarecer o motivo da eventual eliminação. Contudo, essa lista deve ser divulgada de modo que garanta a confidencialidade das informações que causem constrangimentos ao candidato.

#### 5. Conclusões

Este estudo teve como objetivo a proposição de um procedimento para apoiar as IFES nos processos de seleção de discentes para a bolsa disponibilizada no âmbito do PNAES, tendo como base a análise socioeconômica. Para selecionar e classificar os candidatos, o procedimento utilizou uma abordagem multicritério, onde a definição dos critérios foi feita com base nas diretrizes do PNAES e em critérios retirados de processos de seleção de algumas IFES, além de alguns critérios propostos pelos autores. O método PROMETHEE II foi escolhido por suas características se adequarem perfeitamente aos objetivos propostos pelos autores, permitindo a definição das preferências dos decisores de maneira bastante simples e de fácil entendimento.

O procedimento melhora a qualidade do processo de seleção, pois garante que as metas do PNAES sejam efetivamente atendidas e que os candidatos selecionados atendam também ao perfil demandado por esse tipo de auxílio. Além disso, o procedimento garante transparência e imparcialidade ao processo seletivo, minimizando a possibilidade de conflitos decorrentes da insatisfação de candidatos não aprovados na seleção. Outra importante contribuição deste trabalho é permitir que o procedimento proposto seja utilizado como modelo para apoiar na seleção de candidatos a bolsas em instituições de ensino que tenham como motivação a avaliação socioeconômica.

Para trabalhos futuros almeja-se a aplicação do procedimento, bem como a avaliação de sua robustez e elaboração de um algoritmo computacional para o procedimento.

#### Agradecimentos

Esse trabalho foi desenvolvido com o apoio do grupo de pesquisa DeSiDeS/UFCG.

#### Referências

Araújo, A. G. e Almeida, A. T. (2009), Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE, *Gestão & Produção*, 16 (4), 534-543.

- Almeida, A. T.**, *Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério*, Editora Atlas, São Paulo, 2013.
- Almeida, A. T. e Costa, A. P. C. S.** (2002), Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no PROMETHEE, *Gestão & Produção*, 9, 201-204.
- Brans, J. P. e Mareschal, B.**, *Promethee-Gaia, une Méthodologie d'Aide à La Décision en Présence de Critères Multiples*, Éditions Ellipses, Bruxelles, 2002.
- Brans, J. P. e Vincke, P.** (1985), A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making), *Management Science*, 31, 647-656.
- Brans, J. P., Vincke, P. e Mareschal, B.** (1986), How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research*, 24, 228-238.
- Brasil**, Decreto nº 7.234, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7234.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7234.htm)>. Acesso em 02 dez. 2014.
- Brasil**, Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto na Constituição Federal e dá outras providências, *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm)>. Acesso em 02 dez. 2014.
- Brasil**, Lei nº 13.005, 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE), *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm)>. Acesso em 02 dez. 2014.
- Cavalcante, C. A. V. e Almeida, A. T.** (2005), Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza, *Pesquisa Operacional*, 25 (2), 279-296.
- Garcez, T. V., Mareschal, B. e Almeida, A. T.** (2012), Inferência dos pesos dos critérios no método de classificação PROMETHEE TRI. *Anais do XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 528-538.
- Gomes, L. M. F. A.**, *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*, Pioneira Thompson Learning, São Paulo, 2004.
- Lima, M. T. A., Oliveira, E. C. B. e Alencar, L. H.** (2014), Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento, *Production*, 24 (2), 351-363.
- Longaray, A. A., Bicho, M. A. e Ensslin, L.** (2014), Utilização da MCDA para avaliar os critérios do programa de excelência da qualidade: estudo de caso no pólo naval de Rio Grande, *Sistemas & Gestão*, 9 (3), 258-274.
- Morais, D. C., Cavalcante, C. V. A. e Almeida, A. T.** (2010), Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água, *Pesquisa Operacional*, 30 (1), 15-32.
- Pereira, L. T. e Almeida M. S.** (2015), A definição do perfil de vulnerabilidade para acesso à política de permanência no ensino superior, *GUAL*, 8 (5).
- Resende, R. C., Rangel, L. A. D. e Gomes, L. F. A. M.** (2010), Priorização de projetos de telecomunicações: uma análise de decisão pelo método PROMÉTHÉE, *Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Roy, B.**, *Multicriteria methodology for decision aiding*. Kluwer Academic Publishers, 1996.
- Silva Filho, R. L. L., Motejunas, P. R., Hipólito, O., Lobo, M. B. C. M.** (2007), A evasão no ensino superior brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 37 (132), 641-659.
- Silva, V. B. S., Schramm, F. e Carvalho, H. R. C.** (2014), O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec, *Production*, 24 (3), 548-558.
- Valois, U e Almeida, A T.** (2009), Modelo de apoio à decisão multicritério para terceirização de atividades produtivas baseado no método SMARTS, *Production*, 19 (2), 251-263.
- Veloso, T. C. M. A. e Almeida, E. P.**, Evasão nos cursos de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, campus universitário de Cuiabá - um processo de exclusão, *Série-Estudos*, n. 13, Campo Grande, UCDB, 133-148, 2002.
- Vincke, P.**, *Multicriteria decision-aid*, John Wiley, New York, 1992.