LI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
Limeira–SP, 02 a 06 de setembro de 2019

# Aplicação de um Método Multicritério de Classificação Nominal para Definição de Políticas de Segurança Pública nos Estados Brasileiros

**Maísa Mendonça Silva**
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
maisa.ufpe@yahoo.com.br
**Ana Paula Henrique Gusmão**
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
anapaulagusmao@cdsid.org.br
**Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa**
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste
Rodovia BR-104, Km 59-Nova Caruaru, Caruaru-PE, 55002-970
jeffersoncrbeiro@gmail.com
**Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente**
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste
Rodovia BR-104, Km 59-Nova Caruaru, Caruaru-PE, 55002-970
clemente@cdsid.org.br
**Katarina T. M. Santiago**
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
ktmsantiago@gmail.com
**Ana Paula Cabral Seixas Costa**
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
apcabral@cdsid.org.br

**RESUMO**

Este artigo apresenta uma aplicação usando NomClass (um novo método multicritério de classificação nominal baseado no PROMETHEE) para definir políticas de segurança pública nos estados brasileiros em relação a duas dimensões: crimes contra propriedades e crimes violentos contra as pessoas. A aplicação inclui 11 dos 26 estados do Brasil e 9 critérios. Os resultados mostram que a aplicação do método de classificação ao contexto de segurança pública é útil, pois fornece uma maneira quantitativa e sistemática de classificar os estados brasileiros em relação aos parâmetros de violência e aplicar as políticas de segurança mais adequadas, guiadas por essa classificação.

**PALAVRAS CHAVE. Análise de Decisão Multicritério, Políticas de Segurança Pública, Classificação Nominal.**

**ABSTRACT**

This paper presents an application using NomClass (a new multicriteria nominal classification method based on PROMETHEE) to define safety policies in Brazilian states regarding two dimensions: property crimes and violent crimes against people. The application includes 11 of the 26 states of Brazil and 9 criteria. Results show that applying the classification method to the public safety context is useful because it provides a quantitative systematic way to classify Brazilian states regarding violence parameters and then to apply the most suitable public safety policies guided by this classification.

**KEYWORDS. Multicriteria Decision Analysis. Public Safety Policies. Nominal Classification.**

## 1. Introdução

A complexidade da tomada de decisões sobre segurança pública aumentou nos últimos anos. No Brasil, casos de violência têm sido recorrentes e amplamente divulgados e caracterizam a crise que está associada aos problemas de segurança pública que o país enfrenta. Segundo o Anuário Brasileiro de Segurança Pública, houve 61.283 mortes violentas no Brasil em 2016. Isso equivale a uma morte a cada 7 horas no país ou aproximadamente 10% dos homicídios do mundo. Os roubos e aqueles classificados como crimes contra a propriedade aumentaram 13% em relação a 2015.

Como comenta o Anuário Brasileiro de Segurança Pública [2017], esse problema envolve, entre outras causas, falhas no sistema prisional, ineficiência na alocação de recursos financeiros, redução do número de policiais e corrupção na gestão de políticas públicas. E destaca a expectativa da população de que o combate e prevenção ao crime e a violência aumentará à medida que avançam no processo de implementação de políticas públicas adequadas, especialmente em favor do controle e redução da violência letal contra indivíduos, sociedade e crimes contra o patrimônio público.

Políticas públicas voltadas à segurança pública podem ser entendidas como um conjunto de regras e diretrizes que estabelecem ações adequadas para prevenir e reduzir o crime e a violência. A partir dessas diretrizes, o governo federal e os estaduais podem determinar metodologias eficientes para gerenciar, monitorar e avaliar as estratégias que lidam de maneira mais eficaz com cada nível de intensidade do crime, garantindo assim a integração de valores e prestando a devida consideração a segurança pública e aos direitos humanos, nas cinco regiões do Brasil.

Nessa perspectiva, um dos principais desafios para as autoridades governamentais é definir quais ações devem ser tomadas e quais tipos de crimes devem ser enfrentados, considerando as múltiplas peculiaridades de cada região do país. Este artigo aborda a melhor maneira de classificar as regiões do Brasil, usando o método multicritério de classificação nominal, a fim de estabelecer recomendações para ações de combate e prevenção do crime e da violência no país.

## 2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta uma breve discussão sobre segurança pública. Posteriormente, sobre a tomada de decisão multicritério e o método NomClass são apresentados.

### 2.1. Segurança Pública

A segurança pública é um dos principais itens da prestação de contas da governança no Brasil, nos níveis federal e estadual. Sendo esse, um processo sequencial voltado para o desenvolvimento socioeconômico do país e o respeito aos direitos humanos. O governo define regras e diretrizes voltadas para ações preventivas, repressivas, judiciais e sociais. Estes visam reduzir ocorrências de situações criminais que violam o princípio da coabitação não perturbada das pessoas e o direito do indivíduo a um sentimento de segurança na sociedade [Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2017].

Para tanto, são tomadas decisões quanto à escolha de metodologias e ferramentas para gerenciar, monitorar e avaliar as estratégias mais adequadas para inibir a ocorrência de ações criminosas e violentas.

No Brasil, duas principais dimensões de crimes são identificadas: (i) violência letal contra indivíduos e (ii) crimes contra o patrimônio público. A primeira dimensão inclui os indicadores que categorizam crimes por ato violento e homicídio doloso contra o indivíduo, como o número de homicídios, o número de roubos em que as pessoas são mortas, o número de atos de dados corporais que resultam em mortes, o número de crimes com mortes de policiais em serviço

ativo e o número de crimes letais contra mulheres. A segunda dimensão inclui indicadores relativos a todos os tipos de roubo e furtos, como o número de furtos de carga, o número de furtos de carros, o número de carros roubados e o número de assaltos a bancos.

O processo para definir ações estratégicas para otimizar a prevenção e o tratamento de crimes e situações violentas é complexo. No Brasil, múltiplas peculiaridades dos diferentes estados brasileiros precisam ser consideradas antes de se especificar ações adequadas. Nessa perspectiva, é oportuno classificar os estados brasileiros pela frequência de tipos particulares de crimes violentos e crimes contra a propriedade, de modo a indicar diretrizes adequadas para as políticas de segurança pública, que serão elaboradas por meio da tomada de decisões multicritério.

### 2.2. Tomada de Decisão Multicritério

Os elementos básicos de qualquer problema de classificação multicritério são os seguintes:

- O conjunto de alternativas {a1, a2, …, am}
- O conjunto de critérios {g1, g2, …, gn}
- O conjunto de categorias não ordenadas predefinidas {c1, c2, …, ck}

Além disso, de acordo com Roy [1996], o desenvolvimento de um modelo de classificação multicritério envolve a especificação de vários parâmetros, como os pesos dos critérios e os limiares de preferência, indiferença e veto. Observe que a complexidade de definir esses parâmetros não impede que um método de classificação desse tipo seja aplicado na prática. De fato, os métodos multicritérios para classificação nominal ou ordinal são muito frequentemente usados em problemas no mundo real [Zopounidis e Doumpos 2002].

### 2.3. Método NomClass

Segundo Zopounidis e Doumpos [2002], alguns problemas de decisão, relatados na literatura, requerem uma abordagem que classifique alternativas em categorias não ordenadas. Ao contrário da classificação ordinal, o objetivo da classificação em categorias não ordenadas, conhecido como problema de classificação nominal, é alocar uma alternativa em uma determinada categoria, que por sua vez pode ser parametrizada usando critérios diferentes daqueles de outras classes, de acordo com características centrais ou mínimas que são identificadas previamente. Este tipo de abordagem é útil quando uma caracterização mais precisa de uma situação (por exemplo, um problema de saúde, características locais de sobrevivência, etc.) é necessária para tomar a ação correta.

Assim, o método NomClass – um novo método de classificação nominal multicritério baseado nos conceitos do PROMETHEE – foi desenvolvido para lidar com o problema nominal de classificação usando perfis mínimos de desempenho. A atribuição de cada alternativa a pelo menos uma categoria é baseada em um conjunto de múltiplos critérios [Silva et al. 2016; Silva et. al 2017]. Além disso, a alocação de cada alternativa para uma determinada classe é definida pelo cálculo de três índices:

- Intensidade de adesão: avalia a intensidade (baseada nos critérios de avaliação que sustentam a pertinência), da pertinência de uma alternativa em uma classe.
- Intensidade de não adesão: avalia a intensidade (baseada nos critérios de avaliação que justificam a não pertinência), da não pertinência de uma alternativa em uma classe.
- Intensidade da atribuição: define a alocação ótima das alternativas às classes, com base nos índices anteriores, e busca maximizar a alocação de acordo com o perfil mínimo requerido por cada classe.

Para tanto, além de identificar alternativas e classes, o decisor deve definir alguns parâmetros, que incluem: os perfis mínimos (bk), os limites de indiferença e preferência, e os pesos dos critérios de avaliação.

A próxima seção apresenta a estrutura usada para orientar os participantes no processo de decisão quando eles usam o método, o que também permite uma melhor compreensão dessa abordagem.

## 3. O Framework do Problema de Classificação

Na Figura 1 pode ser visto o Framework customizado para o problema abordado neste documento, em relação à segurança pública.

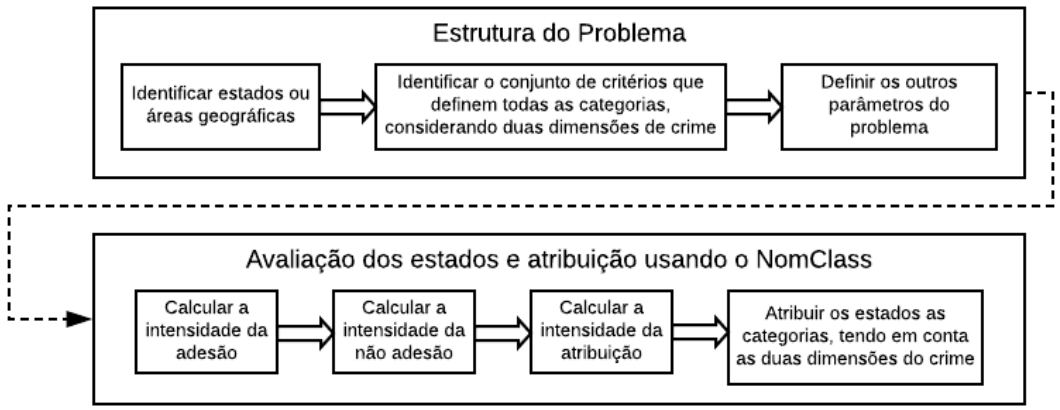



*Figura 1 - Framework para o problema de classificar a criminalidade nos estados usando NomClass*
*Fonte: Os autores (2019)*

Na primeira fase – estruturar o problema – as alternativas, critérios e parâmetros requeridos pelo método NomClass são definidos. É importante destacar aqui que um estudo anterior definiu as classes e os critérios. Isso foi feito definindo cada classe sendo guiada pela caracterização da criminalidade. O presente estudo foi realizado por especialistas de diferentes áreas acadêmicas e de departamentos de polícia. Este foi o estudo que primeiro considerou duas dimensões, a saber, crimes violentos contra pessoas e crimes contra a propriedade, ao definir quatro categorias para classificar estados em relação à criminalidade. Os tipos de crimes que compõem cada dimensão são apresentados na próxima seção.

Os três índices - Avaliação dos estados e atribuição usando o método NomClass - são calculados na segunda fase. Assim, a alocação é feita com o objetivo de garantir, na máxima extensão possível, que cada alternativa atenda ao perfil mínimo requerido em cada classe para os critérios considerados.

A seção a seguir discute uma aplicação do método NomClass seguindo as etapas do Framework abordado nesta seção.

## 4. Aplicação

Nesta seção, o método NomClass é usado para classificar os estados brasileiros de acordo com duas dimensões (crimes contra a propriedade e crimes violentos contra indivíduos) e depois definir políticas adequadas de segurança pública.

Os dados reais utilizados nesta aplicação foram coletados do Anuário Brasileiro de Segurança Pública, divulgados pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Para garantir a qualidade dos dados e seguir a recomendação do Fórum Brasileiro de Segurança Pública, esta aplicação avaliará dados referentes a apenas 11 dos 26 estados brasileiros, escolhidos pela

qualidade dos dados fornecidos. Estas serão as alternativas a serem atribuídas às categorias de acordo com um conjunto de critérios, que é obtido do Mestre especialista em Segurança Pública. Para esta aplicação, o conjunto de critérios para avaliar a dimensão dos crimes violentos contra pessoas e crimes contra a propriedade são mostrados no Quadro 1. Como pode ser visto, o critério "número de roubos que levou a pelo menos uma morte" é o único que é comum para avaliar ambas as dimensões.

*Quadro 1 - Critérios para avaliação de crimes violentos contra as pessoas e crimes contra as propriedades*
*Fonte: Os autores (2019)*

| Critério | | Dimensão |
|---|---|---|
| **G1** | Número de homicídios | Crime violento contra pessoas |
| **G2** | Número de assaltos que levaram a pelo menos uma morte | Crime violento contra pessoas e crime de propriedade |
| **G3** | Número de lesões corporais seguidas de morte | Crime violento contra pessoas |
| **G4** | Número de mortes de policiais em confronto | Crime violento contra pessoas |
| **G5** | Número de crimes letais contra mulheres | Crime violento contra pessoas |
| **G6** | Número de roubos de carros | Crime de propriedade |
| **G7** | Número de furtos de carros | Crime de propriedade |
| **G8** | Número de bancos roubados | Crime de propriedade |
| **G9** | Número de roubos de carga | Crime de propriedade |

Além disso, como dito anteriormente, as quatro categorias pré-definidas para esta aplicação são a combinação de características específicas relativas a crimes contra a propriedade e crimes violentos contra pessoas. O Quadro 2 descreve as categorias e as políticas de segurança pública associadas a elas.

.

*Quadro 2 - Descrição das categorias*
*Fonte: Os autores (2019)*

| Categoria | Especificação da categoria | |
|---|---|---|
| | **Definição** | **Políticas de Segurança Pública** |
| **C1** | Estados com criminosos não profissionais que praticam crimes violentos intencionais contra a vida e crimes violentos contra a propriedade. | - Criar projetos sociais para inclusão social;<br>- Acompanhamento de ações policiais |
| **C2** | Estados com criminosos profissionais e não profissionais, cometendo principalmente crimes violentos de propriedade. | - Criar plano nacional para redução de homicídios;<br>- Priorizar a investigação policial nesses casos;<br>- Crie unidades especiais para investigar homicídios. |
| **C3** | Estados com criminosos profissionais e não profissionais, cometendo principalmente crimes violentos intencionais contra a vida. | - Aumentar o número de policiais;<br>- Fortalecer a colaboração entre diferentes agências de aplicação da lei. |
| **C4** | Estados com criminosos profissionais que executam crimes violentos de propriedade e crimes violentos intencionais contra a vida. | - Fortalecer e aumentar a política de controle de armas e munições;<br>- Financiar programas de prevenção para o público mais vulnerável à violência letal. |

Os perfis de desempenho mínimo bk para cada categoria são mostrados no Quadro 3. Os perfis de desempenho mínimo foram obtidos do especialista em segurança pública. Por exemplo, o número 600 (linha b1 e coluna G1) significa que qualquer estado a ser atribuído à categoria 1 (cujo perfil de desempenho mínimo é b1) precisa ter pelo menos 600 homicídios em um ano.

*Quadro 3 - Perfis de desempenho mínimo para categorias*
*Fonte: Os autores (2019)*

| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *b1* | 600 | 33 | 35 | 8 | 295 | 3441 | 12358 | 26 | 14 |
| *b2* | 1723 | 33 | 55 | 21 | 295 | 4951 | 3556 | 15 | 14 |
| *b3* | 1110 | 115 | 8 | 3 | 77 | 11937 | 12358 | 70 | 255 |
| *b4* | 3571 | 76 | 15 | 10 | 160 | 3441 | 2465 | 36 | 72 |

Em muitos processos de tomada de decisão é possível encontrar situações em que não há informações completas sobre os objetivos da decisão. Nesses casos, o uso de informações imprecisas é apropriado, e isso significa considerar uma variedade de pesos representativos coletados do decisor. Como o decisor indica um ordenamento de critérios baseado em sua importância no problema de decisão multicritério, é possível considerar uma abordagem de pesos substitutos. Uma das abordagens de pesos substitutos é o Rank Order Centroid (ROC), que consiste em definir os pontos extremos do espaço de ponderação da dimensão n em que (w1, w2, …, wn) | w1 > w2 > … > wn, e $\sum_{i=1} w_i = 1$, onde n é o número de critérios. [Barron 1992; Barron e Barrett 1996].

Os pesos ROC são amplamente utilizados e recomendados em vários modelos e aplicações, quando apenas informações parciais sobre as preferências do decisor são consideradas, visto em Barron [1992]; Barron e Barrett [1996]; Almeida et al. [2014], como ordenar os critérios por sua importância. Um estudo de simulação em Almeida-Filho et al. [2018]; Clemente et al. [2016], compara a compatibilidade do ROC com a estrutura conceitual dos métodos PROMETHEE e isso garante as qualidades das decisões.

A tomada de decisão em segurança pública é um problema que requer informações corretas sobre a importância dos critérios das ações a serem executadas. Pesos ROC devem ser fáceis de obter do decisor, o especialista em segurança pública. O Quadro 4 mostra os pesos do ROC e o ordenamento dos critérios com base na sua importância para cada categoria.

*Quadro 4 - Pesos dos critérios para as categorias*
*Fonte: Os autores (2019)*

| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *b1* | 0.203 | 0.148 | 0.111 | 0.042 | 0.314 | 0.061 | 0.026 | 0.083 | 0.012 |
| *b2* | 0.314 | 0.111 | 0.148 | 0.083 | 0.203 | 0.042 | 0.012 | 0.061 | 0.026 |
| *b3* | 0.083 | 0.314 | 0.042 | 0.012 | 0.061 | 0.148 | 0.026 | 0.203 | 0.111 |
| *b4* | 0.203 | 0.314 | 0.083 | 0.111 | 0.148 | 0.042 | 0.012 | 0.061 | 0.026 |

O Quadro 5 mostra a matriz de avaliação que foi obtida a partir dos dados apresentados pelo Anuário Brasileiro de Segurança Pública. Cada linha da matriz de avaliação mostra a avaliação de cada estado brasileiro de acordo com critérios (colunas). Por razões de confidencialidade, os estados não são identificados pelos seus nomes ou acrônimos.

*Quadro 5 - Matriz de Avaliação*
*Fonte: Os autores (2019)*

| BS* | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A1** | 1700 | 61 | 8 | 10 | 129 | 3891 | 819 | 30 | 106 |
| **A2** | 3334 | 88 | 35 | 26 | 210 | 10084 | 4927 | 62 | 276 |
| **A3** | 1180 | 53 | 13 | 4 | 140 | 3392 | 3111 | 33 | 26 |
| **A4** | 1086 | 64 | 22 | 4 | 97 | 3169 | 3403 | 25 | 13 |
| **A5** | 4194 | 116 | 57 | 9 | 494 | 14150 | 28675 | 98 | 561 |
| **A6** | 3650 | 224 | 53 | 21 | 320 | 6818 | 3709 | 18 | 194 |
| **A7** | 4276 | 169 | 34 | 21 | 355 | 15885 | 6209 | 27 | 247 |
| **A8** | 643 | 49 | 12 | 9 | 85 | 3322 | 2389 | 16 | 15 |
| **A9** | 5042 | 239 | 56 | 132 | 446 | 41704 | 16759 | 73 | 9870 |
| **A10** | 1745 | 48 | 118 | 11 | 130 | 6010 | 1336 | 39 | 37 |
| **A11** | 894 | 62 | 20 | 3 | 179 | 3607 | 14408 | 41 | 258 |

* Estados Brasileiros

O Quadro 6 apresenta a classificação final de 11 estados brasileiros em relação às políticas de segurança pública. Dois estados foram atribuídos a mais de uma categoria (A5 e A9). Como resultado, a recomendação para esses estados é combinar todas as políticas de segurança pública associadas às suas classificações. Por exemplo, o estado A9 deve aplicar todas as políticas de segurança pública porque foi atribuído a todas as categorias.

*Quadro 6 - Classificação final dos estados brasileiros em matéria de segurança pública*
*Fonte: Os autores (2019)*

| Estados | Classificação Final |
|---|---|
| **A1** | C1 |
| **A2** | C4 |
| **A3** | C1 |
| **A4** | C1 |
| **A5** | C1 and C3 |
| **A6** | C4 |
| **A7** | C4 |
| **A8** | C3 |
| **A9** | C1, C2, C3, and C4 |
| **A10** | C2 |
| **A11** | C1 |

A partir do Quadro 6 é possível obter recomendações para ações de políticas de segurança pública a serem implementadas em favor do controle e prevenção de crimes e violência nesses estados brasileiros. As políticas de segurança pública para cada categoria são apresentadas no Quadro 2.

## 5. Conclusão

Este artigo propõe o uso do método NomClass para classificar 11 estados brasileiros em relação a duas dimensões (crimes contra a propriedade e crimes violentos contra pessoas) e leva em consideração vários critérios sobre estatísticas de violência. Além disso, o uso da estrutura proposta pode dar apoio a formuladores de políticas de segurança pública nos níveis federal e estadual, pois pode fornecer *insights* sobre o processo de tomada de decisões sobre políticas adequadas de segurança pública para diferentes áreas com características semelhantes de violência. Além disso, também pode fornecer novos pontos de vista sobre políticas de segurança pública e desenvolver novas estratégias de cooperação entre essas áreas.

Segundo o decisor, os resultados deste estudo foram satisfatórios e oferecem uma melhoria na gestão de políticas de forma eficaz e eficiente.

## Referências

A.T. Almeida, D. C. Morais, L.H. Alencar, T.R.N. Clemente, E.M. Krym, C.Z. Barboza. (2014). A multicriteria decision model for technology readiness assessment for energy based on PROMETHEE method with surrogate weights. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2014, Selangor. Proceedings of IEEM.

A.T. de Almeida-Filho, T.R.N. Clemente, D.C. Morais, A.T. de Almeida. (2018). Preference modeling experiments with surrogate weighting procedures for the PROMETHEE romethee method. Eur. J. Oper. Res., 264, 453-461.

B. Roy. (1996), Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Springer US.

C. Zopounidis, M. Doumpos. (2002). Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. Eur. J. Oper. Res., 138, 229–246.

F.H. Barron, B.E. Barrett. (1996). Decision quality using ranked attribute weights. Management Science, vol.42, 1515-1523.

F.H. Barron. (1992). Selecting a best multiattribute alternative with partial information about attribute weights. Acta Psychologica, 80, 91-103.

Forúm Brasileiro de Segurança Pública, "Anuário Brasileiro de Segurança Pública" http://www.forumseguranca.org.br/publicacoes/11o-anuario-brasileiro-de-seguranca-publica/>, 2017.

M M. Silva, A. P. H. Gusmão, A. P. C. S. Costa, A Multicriteria Method for nominal classification with minimum performance profiles, unpublished.

M M. Silva, A. P. H. Gusmão, T. Poleto, A. P. C. S. Costa. (2017). A Nominal Classification Method using minimum profiles to classify IT service contractors. In: IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2017, Banff. Proceedings of the IEEE conference on Systems, Man, and Cybernetics.

M M. Silva, A. P. H. Gusmão, T. Poleto, A. P. C. S. Costa. (2016). A PROMETHEE based method for nominal classification with minimum performance profiles. In: PROMETHEE Days, 2016, Montreal. Annals of PROMETHEE Days.

T.R.N. Clemente, A.T. Almeida, A.T. de Almeida-Filho. (2016). Experiments with Surrogate Weights for PROMETHEE. In: Promethee Days, 2016, Montréal. PROMETHEE Days Abstracts.