

CPP-TRI NA CLASSIFICAÇÃO DE PROPOSTAS DE COLABORAÇÃO PREMIADA

Annibal Parracho Sant'Anna
Universidade Federal Fluminense
Niterói-RJ
annibal.parracho@gmail.com

Luiz Octávio Gavião
Escola Superior de Guerra
Rio de Janeiro-RJ
luiz.gaviao67@gmail.com

Tiago Lezan Sant'Anna
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro-RJ
tiago.lezan@gmail.com

RESUMO

Este estudo revisita o problema da decisão automática sobre propostas de colaboração premiada. A motivação da pesquisa é tornar a tramitação da colaboração premiada mais transparente, atrair delações e facilitar o combate ao crime. Tratamos desse problema no SBPO 2020 comparando conjuntos de propostas com o uso da CPP. A novidade foi a inclusão, em paralelo, de critérios ligados ao interesse dos prisioneiros, às prioridades das instituições policiais e ao ponto de vista da comunidade, de modo a desenvolver uma compreensão mais completa do problema. A abordagem agora adotada simplifica a análise substituindo o objetivo de ordenação pelo de classificação em classes predeterminadas. Deste modo cada proposta pode ser avaliada isoladamente, simplificando o processo de predição e tornando a avaliação mais objetiva. Isto amplia as possibilidades de desenvolvimento satisfatório e a atratividade do sistema. Este modelo leva em conta interação entre critérios e se aplica para qualquer número de critérios.

PALAVRAS CHAVE. Colaboração premiada, Composição de Preferências Probabilísticas, CPP-Tri, Capacidade de Choquet.

Tópicos. PO em Defesa e Segurança. Apoio à Decisão Multicritério.

ABSTRACT

This study revisits the problem of automatic decision on rewarded collaboration proposals. The research's motivation is to make the process of the rewarded collaboration more transparent, attract denunciations and facilitate the fight against crime. This issue was addressed in SBPO 2020 by comparing sets of proposals using CPP. The novelty was the inclusion, in parallel, of criteria linked to the interests of prisoners, the priorities of police institutions and the community's point of view, in order to develop a more complete understanding of the problem. The approach adopted now simplifies the analysis by replacing ranking with classification into predetermined classes. In this way, each proposal can be evaluated in isolation, simplifying the prediction process and making the evaluation more objective. This expands the possibilities for satisfactory development and the attractiveness of the system. This model takes into account interaction between criteria and applies to any number of evaluation criteria.

KEYWORDS. Rewarded collaboration, Composition of Probabilistic Preferences, CPP-Tri, Choquet capacity.

Paper topics. OR in Defense and Security. Multicriteria Decision Aid.

1. Introdução

A Justiça, no Brasil, enfrenta, ao mesmo tempo, alta superlotação nos presídios e pressão da sociedade pelo aumento da produtividade na administração dos processos criminais [Silva Neto e Oliveira 2019]. Para reduzir o custo ou superar a impossibilidade total de ampliar seu conhecimento de modo a tornar-se capaz de efetivamente punir os autores do crime, torna-se conveniente estimular a colaboração dos envolvidos. A figura da “colaboração premiada” [Rosa 2018], [Kalkmann 2019] surge para lidar com situações em que uma autoridade tem conhecimento da participação de mais de uma pessoa em um crime sobre o qual ainda não tem informações completas. Em troca de confissão que comprometa outros agentes, a lei oferece algum benefício, como a suspensão do processo ou a redução da pena. Assim, cada acordo traz redução da punição para o colaborador, associada a punição de outros envolvidos na violação da Lei.

De um ponto de vista mais amplo, a colaboração premiada constitui uma forma de romper a barreira entre a marginalidade e a legalidade, em benefício da pacificação social. Ao mesmo tempo, a colaboração com a justiça dos envolvidos com maior conhecimento sobre a prática criminal amplia a perspectiva de sucesso no combate ao crime.

Entretanto, até agora, o novo sistema tem atraído apenas colaboradores nos altos estratos sociais. A iniciativa de colaborar leva a altos riscos se a colaboração não for aceita. Se a aceitação é decisão discricionária, o possível colaborador de origem mais humilde não pode deixar de desconfiar de que a autoridade, a despeito das suas melhores intenções, tenda a inclinar-se pela aliança com outros dos seus ex-parceiros situados em estratos sociais mais altos. Para estimular a cooperação, é importante que a sistemática da avaliação da proposta de colaboração seja clara e transparente. Ao mesmo tempo, ao fazer a aceitação da proposta depender de uma avaliação objetiva, se estimula a elevação da qualidade das propostas, com a inserção pelos proponentes do máximo de informação que possam fornecer.

Este problema é formulado em [Sant’Anna et al. 2020] como uma negociação multicritério [Raiffa 1982], em que as alternativas são identificadas por diversos atributos. Entre estes atributos, estão as diversas penas atribuídas aos diferentes elementos do conjunto dos acusados, combinadas com custos trazidos para a autoridade e benefícios para a sociedade associados a completar a elucidação do caso de modo a punir mais precisamente todos os envolvidos.

A primeira parte dos critérios vem da motivação de cada proponente de colaboração de reduzir sua pena. Cada um destes critérios é baseado em um único atributo, o número de anos de pena – cada possível culpado deseja minimizar esse número. A esses critérios pode ser acrescentado um critério representando o custo, para a entidade a que é dirigida a proposta de colaboração, da investigação que será obrigada a encetar para validar as informações oferecidas na proposta. Um atributo objetivo para basear esse critério é medido pelo tempo necessário para que uma equipe especializada aprofunde a investigação validando as provas que permitam propor o processo penal contra terceiros com elevada esperança de condenação.

Outros critérios medem o potencial da colaboração de efetivamente trazer benefícios à coletividade. Em primeiro lugar, deve-se avaliar a importância para o combate ao crime das perspectivas abertas pela aceitação da proposta para o enfraquecimento das organizações criminosas pela ruptura de elos na sua cadeia de atuação. Nos crimes econômicos, por exemplo, certas informações, além de levar culpados à prisão, podem ajudar a inviabilizar esquemas de lavagem de dinheiro, fraudes fiscais e corrupção de agentes que dão sustentação às organizações criminosas.

Pode-se ainda avaliar a potencial importância da proposta pelo seu grau de coerência interna ou com o que se sabe sobre os proponentes. Se a proposta incluir incoerências ou contradisser informações disponíveis sobre o passado dos proponentes, receberá uma avaliação pior por este critério.

Em [Sant'Anna et al. 2020], uma estrutura para a análise comparativa das propostas de colaboração foi baseada na Composição Probabilística de Preferências (CPP) [Sant'Anna 2015]. Começando com uma transformação das medidas dos atributos em probabilidades de preferência, essa metodologia permite levar em conta a possibilidade de livre interação entre todos os critérios. Isto facilita a inclusão de maior variedade de critérios. Em especial, permite levar em conta o interesse social na escolha da solução que maximize a satisfação do conjunto dos envolvidos através de uma integral de Choquet [Choquet 1953] que combine as probabilidades de otimização segundo todos os critérios considerando a interação entre eles.

Aqui, em vez de ordenação de propostas concorrentes, se desenvolve uma estrutura que utiliza a CPP Tricotômica (CPP-Tri) [Sant'Anna et al. 2012] para uma análise de cada proposta separadamente. Esta estrutura supõe a prévia identificação de um conjunto ordenado de classes. A avaliação consiste na identificação da classe a que a proposta deva pertencer. Para isso é considerada a proximidade entre os vetores de suas avaliações sob múltiplos critérios e perfis representativos das classes. A ampla divulgação desses perfis tem o benefício colateral de ampliar a confiança na autonomia do sistema em relação a influências subjetivas.

Com maior simplicidade, a classificação pela CPP-Tri tem as mesmas propriedades facilitadoras exibidas pela ordenação pela CPP. O uso de regras de composição probabilísticas continua servindo para limitar o direcionamento subjetivo da decisão. No mesmo sentido vai a característica da integral de Choquet de dar maior importância a avaliações concordantes por critérios apresentando maior interação positiva e, ao contrário, dar às contradições influência negativa.

2. Composição Probabilística de Preferências Tricotômica

A CPP é uma metodologia que leva em conta, na composição de múltiplos critérios, o caráter probabilístico presente na avaliação de preferências. A presença desse caráter probabilístico pode resultar, por exemplo, de imprecisão provocada por fatores subjetivos, que levam os tomadores de decisão a atribuir diferentes significados aos mesmos atributos das alternativas em diferentes circunstâncias, ou por erros de medição que afetam as avaliações de tais atributos.

Uma etapa fundamental da CPP é a transformação do vetor numérico das avaliações das diferentes alternativas de acordo com cada critério em um vetor de probabilidades de cada alternativa ser a preferida. A partir dessas distribuições de probabilidade de serem as mais preferidas segundo cada critério diferente, os escores finais de preferência podem ser obtidos seguindo regras probabilísticas.

As regras de combinação clássicas empregam a combinação linear das pontuações individuais [Fishburn 1970], [Keeney e Raiffa 1976], que pode, no contexto probabilístico, ser considerada como a combinação das probabilidades de preferência de acordo com cada critério condicionalmente na preferência por tal critério. Os pesos da combinação linear são, então, as probabilidades marginais de cada critério ser escolhido.

A possibilidade de interação pode tornar a linearidade muito restritiva. A combinação dos critérios pode, então, utilizar, em lugar dessa probabilidade total, uma integral de Choquet, com a importância dos conjuntos de critérios dada por uma capacidade ([Choquet 1953]; [Grabisch 1996]) e a interação medida por valores de Shapley [Shapley 1953].

Uma condição essencial para viabilizar o uso de uma capacidade na combinação de avaliações por múltiplos critérios é a comensurabilidade dos critérios. Todos os critérios devem utilizar um mesmo padrão na avaliação de alternativas. Essa condição é garantida pela transformação em probabilidades de preferência no estágio inicial da CPP.

Para determinar a capacidade, podemos confiar na opinião diretamente exposta pelo tomador de decisão [Grabisch et al. 2008]. Para reduzir a dependência dessa opinião, o princípio da concentração das preferências [Sant'Anna e Sant'Anna 2019] pode ser usado para extrair dos próprios dados de avaliações pelos critérios informação sobre a capacidade.

A CPP-Tri é uma variante da CPP aplicável na hipótese de se poderem determinar vetores de avaliações segundo os vários critérios capazes de representar os elementos do conjunto de classes ordenadas. As alternativas são, então, comparadas com esses vetores, chamados de perfis representativos das classes.

A comparação é feita em termos de medidas probabilísticas da proximidade de cada alternativa a cada perfil. Se o objetivo é a seleção de uma melhor alternativa ou de ordenação completa das melhores alternativas, a análise continua com a aplicação da CPP para ordenar as alternativas colocadas pela CPP-Tri na classe superior ou inferior (dependendo da orientação dos critérios) se mais de uma alternativa for nela colocada.

A CPP-Tri evolui segundo passos sucessivos. Primeiro, estima-se a probabilidade de a distribuição que representa a avaliação segundo cada critério assumir valores acima e abaixo da coordenada respectiva de cada perfil representativo de cada classe. A seguir agregam-se essas probabilidades segundo cada critério em probabilidades segundo o conjunto de critérios. Finalmente, para identificar a classe em que a alternativa será colocada, determina-se o mínimo das diferenças entre as estimativas das probabilidades conjuntas de estar acima ou abaixo do perfil segundo todos os critérios.

Formalmente, em uma composição aditiva com um perfil representativo por classe [Sant'Anna et al. 2012], para i denotando a classe, j denotando o critério, c_{ij} denotando a j -ésima coordenada do perfil representativo da classe i , w_{kj} denotando o peso atribuído ao j -ésimo critério na avaliação da i -ésima alternativa e X_{kj} denotando a variável aleatória associada à avaliação da k -ésima alternativa pelo j -ésimo critério, se inicia o procedimento de classificação com o cálculo das probabilidades

$$A_{ijk}^- = P[X_{jk} < c_{ij}] \text{ e} \quad (1)$$

$$A_{ijk}^+ = P[X_{jk} > c_{ij}]. \quad (2)$$

São então computadas estimativas das probabilidades conjuntas de cada alternativa situar-se acima e abaixo do perfil de cada classe

$$A_{jk}^- = \sum_i w_{kj} A_{ijk}^- \text{ e} \quad (3)$$

$$A_{jk}^+ = \sum_j w_{kj} A_{ijk}^+. \quad (4)$$

A classificação avança com o cálculo das distâncias

$$\Delta_{ik} = |A_{jk}^+ - A_{jk}^-|. \quad (5)$$

A k -ésima alternativa é classificada na classe i_0 para a qual

$$\Delta_{i_0k} = \min_i \Delta_{ik}. \quad (6)$$

Maiores detalhes sobre a CPP e a CPP-Tri encontram-se em [Sant'Anna 2015].

3. A Modelagem da Colaboração Premiada

A possibilidade de redução da pena do réu em troca de informações está presente na legislação brasileira há muito tempo. O exemplo mais notável é a previsão da Lei 8.072/1990 (Lei dos Crimes Hediondos) de redução da pena para o colaborador que denunciar um sequestro às autoridades, facilitando a liberação do sequestrado. Reduções de penas também são oferecidas aos colaboradores na Lei 7.492/1986 (Lei dos Crimes do Colarinho Branco) e Lei 9.613/1998 (Lei da Lavagem de Dinheiro). No entanto, a regulamentação do uso sistemático da redução de pena veio apenas recentemente, com a Lei 12.850/2013 (Lei do Crime Organizado) e sua modificação pela Lei 13.964/2019 (Lei Anticrime).

A Lei Anticrime define a colaboração premiada como uma negociação dentro do processo legal e um meio de obtenção de provas. Isso implica, por um lado, que esteja inserida no processo penal e, por outro, que não precise incluir provas jurídicas, mas apenas apresentar meios de obtenção de provas. O réu, na proposta, deve explicar como localizar as provas, mas não precisa fornecê-las diretamente. Caberá ao réu elaborar a proposta e anexar a ela a adequada descrição dos fatos, com todas as suas circunstâncias e elementos de comprovação de que disponha.

Para ser aceita, a colaboração deve contribuir para: i) identificação de outros participantes da organização criminosa e de crimes por eles cometidos, ii) divulgação da estrutura hierárquica e divisão de tarefas da organização criminosa, iii) prevenção das infrações penais da organização criminosa, iv) recuperação total ou parcial do produto ou benefício resultante das infrações penais cometidas pela organização criminosa ou, finalmente, (v) localização de possíveis vítimas.

Em uma abordagem multicritério da avaliação de propostas de colaboração premiada, pode-se acrescentar aos critérios dados pelo interesse de cada acusado em, decidindo colaborar ou não na elucidação do crime, minimizar sua pena, um critério dado pelo interesse da administração da justiça em minimizar o esforço necessário para comprovar as informações trazidas na proposta de colaboração. Outro critério pode ser associado à importância da informação oferecida na proposta, uma vez validada, para que a apuração dos fatos conduza ao enfraquecimento das organizações criminosas. Pode-se ainda avaliar a proposta pela sua consistência e ausência de contradições internas. Outros critérios podem ser acrescentados.

O número de possíveis envolvidos pode ser diferente do número de critérios da administração da justiça, gerando um possível desequilíbrio entre os interesses dessas duas partes. Usando regras de composição que levem em conta adequadamente a interação, essa diferença numérica perde importância. Hipóteses sobre a interação entre os critérios produzida pelo conflito entre os interesses representados em cada um deles podem orientar a modelagem de uma capacidade em relação à qual se realiza a composição por uma integral de Choquet.

Na abordagem multicritério, o interesse de todos – acusados, administração da justiça e sociedade como um todo – passa a orientar a composição dos critérios e estabelecer parâmetros para escolher a melhor alternativa para a eficiência do sistema judicial. A abordagem multicritério propicia, ainda, que cada participante possa ver-se representado e, ao mesmo tempo, reconhecer a importância de outros interesses serem atendidos.

A avaliação segundo cada critério é dada por um valor para a alternativa em um intervalo de valores admissíveis para a avaliação de qualquer alternativa segundo esse critério. Essa informação dá origem a uma distribuição de probabilidade. Na falta de maior informação neste contexto sobre peculiaridades dessa distribuição, assume-se uma distribuição triangular com moda no valor da avaliação e extremos nos valores máximo e mínimo que se espera que essa avaliação numérica possa atingir. Em vez da distribuição triangular, pode-se recomendar, também, o uso da sua suavização por uma distribuição beta-PERT.

4. Exemplo Numérico

Nesta seção, emprega-se o R [R Core Team, 2018] e, em particular, o package CPP [Gavião et al., 2018], para construir um exemplo numérico detalhado de uso da CPP-Tri para a classificação de propostas de cooperação.

4.1. Classes

Cinco classes são usadas. Como os critérios são construídos com preferência para os menores valores, os perfis são ordenados do menor para o maior, de modo que a classe 1, a de maior preferência, tem os perfis de valores mais baixos e os perfis da classe 5 são os mais altos.

Em princípio, são aceitas as propostas da Classe 1, admitindo-se, em momentos em que falem propostas, a aceitação de propostas que venham a ser alocadas na Classe 2.

4.2. Perfis padrão no Intervalo [0, 1]

O modelo mais simples da CPP-Tri é usado, com um perfil representativo em cada classe. Os perfis são formados com os valores dos quantis $1/8$, $1/4$, $1/2$, $3/4$ e $7/8$. Com três classes se sugere a divisão da distribuição acumulada com o uso dos quartis. Para quatro classes, se insere a mediana. Para cinco e seis classes, recorre-se à divisão das classes extremas em duas classes de igual probabilidade com a inclusão dos quantis $1/8$ e $7/8$.

Para facilitar a comparação dos critérios é conveniente a translação das distribuições para o intervalo $[0, 1]$ de modo que os perfis tenham valores constantes ao longo dos critérios. Com cinco classes e um perfil para cada classe, fixando os perfis nos quantis $1/8, 1/4, 1/2, 3/4$ e $7/8$ e assumindo a distribuição triangular, chegamos aos valores constantes de 0,25, 0,35, 0,5, 0,65 e 0,75, respectivamente, para cada um dos perfis.

4.3. Critérios

Seis critérios são aqui considerados. Para simplificar, a classificação é feita inicialmente com apenas três critérios, dois representativos de penalidades para dois acusados e o critério representativo de desmantelamento de organização criminosa. Em seguida, são usados quatro critérios, três baseados nas penalidades para três acusados e, novamente, avaliação do benefício ao combate às organizações criminosas. Depois se acrescenta o critério da carga de trabalho na apuração adicional dos fatos. Finalmente, é acrescentado o critério de presença de contradições que prejudiquem a consistência interna da proposta.

4.4. Regras de Composição

Para estudar o efeito da escolha da regra de composição, os resultados de diferentes aplicações do princípio da concentração das preferências (Sant'Anna & Sant'Anna, 2019) são comparados.

Na primeira forma de composição, assumindo interações nulas, é usada a média ponderada com pesos proporcionais aos valores das avaliações. Isto é, para o conjunto de critérios $C_1, \dots, C_n$, que atribuem à proposta valores $c_1, \dots, c_n$, respectivamente, para todo $s \leq n$ o peso do critério C_s será $c_s / (c_1 + \dots + c_n)$. Deste modo, a probabilidade L_k de uma alternativa ser considerada inferior ao perfil $(q_{k1}, \dots, q_{kn})$ da k -ésima classe será proporcional à soma dos quadrados dos valores $F_s(q_{ks})$ das distribuições acumuladas F_s de variáveis aleatórias com modas nos c_s . Analogamente, a probabilidade H_k de essa alternativa ser considerada superior ao perfil $(q_{k1}, \dots, q_{kn})$ da k -ésima classe será proporcional à soma dos quadrados dos valores $1 - F_s(q_{ks})$.

Na segunda, se assume a máxima interação negativa entre todos os critérios. Isto conduz a capacidades dos conjuntos de critérios proporcionais ao máximo entre as avaliações por critérios do conjunto isolados. Isto é, n representando o número total de critérios, para qualquer $s \leq n$, a capacidade de um conjunto de critérios $\{C_{j1}, \dots, C_{js}\}$ cujos elementos atribuem à alternativa sendo avaliada os valores $c_i, \dots, c_s$ é dada por $C(C_{j1}, \dots, C_{js}) = \max(c_{j1}, \dots, c_{js}) / \max(c_1, \dots, c_n)$.

Na terceira forma de composição, as interações negativas máximas são apenas entre os critérios de volume de pena. Interações positivas máximas são atribuídas aos conjuntos de critérios que incluam qualquer um dos outros, recebendo cada um desses conjuntos de critérios capacidade igual a 1.

4.5. Alternativas

As alternativas comparadas em SBPO (2020) são aqui analisadas separadamente. A primeira delas foi criada como uma base de comparação que não corresponde a proposta de nenhum dos acusados. Calculam-se custos e benefícios em caso de nenhuma colaboração deles. Uma previsão mediana para as penas, de quatro anos de prisão para todos os suspeitos, é usada. Espera-se que tais penas possam ser atingidas sem nenhum custo de aprofundamento da investigação, mas, também, sem nenhum benefício para o combate ao crime. Ao acrescentar o critério de sustentação interna, lhe é atribuído o menor valor, de modo a refletir a falta de informação proveniente de colaboradores.

As três alternativas seguintes correspondem a propostas equivalentes, em que um dos três suspeitos oferece informações que permitem elevar as penas dos demais, no caso de três suspeitos, ou do outro suspeito, no caso de apenas dois. A colaboração para o combate ao crime, o esforço de investigação exigido para sua validação e sua coerência interna são identificadas por valores medianos.

Há outras três alternativas associadas à hipótese de três suspeitos. Em cada uma delas, há proposta de dois suspeitos conduzindo à máxima elevação da pena do terceiro. Uma delas oferece ainda dano máximo a organizações criminosas, enquanto as outras duas têm, neste critério, o mesmo nível mediano das propostas anteriores. Todas três são estruturadas com ausência de contradições, mas, exigem maior esforço de investigação para confirmar o maior volume de detalhes que os dois suspeitos oferecem.

Finalmente, a última alternativa corresponde a uma proposta dos três suspeitos com maior redução das penas máximas e, em contrapartida, maior contribuição para o combate ao crime organizado, maior custo de confirmação do seu maior detalhamento e maior consistência interna.

As avaliações pelos seis critérios são dadas na Tabela 1. As propostas 2, 3 e 4 são equivalentes, mudando apenas a autoria da proposta, assim como as propostas 5 e 6. Assim, há cinco propostas diferentes a serem analisadas. As conversões para o intervalo $[0,1]$ construídas subtraindo o mínimo e dividindo pela amplitude são dadas na Tabela 2.

Tabela 1. Caracterização de oito propostas pelas avaliações por seis critérios

	Pena 1	Pena2	Pena 3	ORCRIM	Custo	Coerência
[1,]	4	4	4	2	0	2
[2,]	6	6	0	1	1	1
[3,]	6	0	6	1	1	1
[4,]	0	6	6	1	1	1
[5,]	12	0	0	1	2	0
[6,]	0	12	0	1	2	0
[7,]	0	0	12	0	2	0
[8,]	2	2	2	0	3	0

Tabela 2. Translação das avaliações para o intervalo $[0, 1]$

	Pena 1	Pena2	Pena 3	ORCRIM	Custo	Coerência
[1,]	0,33...	0,33...	0,33...	1	0,33...	1
[2,]	0,5	0,5	0	0,5	0,33...	0,5
[5,]	1	0	0	0,5	0,66...	0
[7,]	0	0	1	0	0,66...	0
[8,]	0,166...	0,166...	0,166...	0	1	0

4.6. Classificações

Uma aplicação inicial com apenas três critérios propicia uma visualização fácil das sucessivas etapas da avaliação. De fato, neste caso a capacidade de Choquet é identificada por apenas seis valores, das capacidades dos critérios individuais e dos pares de critérios.

Considera-se, neste caso, a situação de punição para apenas dois acusados e apenas um critério adicional, o do benefício para a sociedade do enfraquecimento da organização criminosa. Nas hipóteses de apenas um acusador, dois diferentes graus de pena para o outro suspeito e de dano para a organização criminosa são oferecidas. Temos assim as cinco alternativas da Tabela 3.

Tabela 3. Propostas por três critérios

	Pena 1	Pena2	ORCRIM
[1]	4	4	2
[2]	6	0	1
[5]	12	0	1
[7]	0	12	0
[8]	2	2	0

Como exemplo, são apresentadas, na Tabela 4, como representativas de cinco das distribuições, apenas as probabilidades de cada coordenada da última alternativa situar-se abaixo da respectiva coordenada de cada perfil. E, na Tabela 5, como representativas de dez das capacidades associadas à avaliação global das cinco alternativas apresentarem valores inferiores ou superiores a cada um dos cinco perfis, são apresentadas as capacidades associadas ao distanciamento superior da última alternativa em relação a cada um dos cinco perfis representativos (assumindo máxima interação negativa entre os critérios de penalidade e máxima interação positiva destes com o critério de enfraquecimento de organizações criminosas). São também apresentados, na última coluna desta tabela, os valores de Shapley nessas capacidades para o terceiro critério (os outros dois critérios têm valores de Shapley iguais entre si e a soma dos três valores é 1).

Tabela 4. Probabilidades da distribuição da última alternativa abaixo de cada perfil

	Pena 1	Pena2	ORCRIM
Classe1	0,33	0,33	0,44
Classe2	0,49	0,49	0,58
Classe3	0,70	0,70	0,70
Classe4	0,85	0,85	0,88
Classe5	0,92	0,92	0,94

Tabela 5. Capacidade para a última alternativa acima de cada perfil

	1	2	3	1 e 2	1 e 3	2 e 3	Shapley
Classe 1	0,67	0,67	0,56	0,67	1,00	1,00	0,40
Classe 2	0,51	0,51	0,42	0,51	1,00	1,00	0,47
Classe3	0,30	0,30	0,25	0,30	1,00	1,00	0,55
Classe4	0,15	0,15	0,12	0,15	1,00	1,00	0,61
Classe5	0,08	0,08	0,06	0,08	1,00	1,00	0,64

Analisando os valores das três primeiras colunas e os valores de Shapley, verifica-se que a hipótese de interação negativa conduz a um aumento da importância do critério de enfraquecimento das organizações criminosas, que, na ausência de interação, teria peso em torno de 0,4 na comparação da alternativa com os diversos perfis.

A classificação é obtida minimizando o valor absoluto das distâncias entre os vetores de probabilidades de a alternativa ser classificada acima e ser classificada abaixo de cada perfil. Estas distâncias são obtidas aplicando a regra de composição aos vetores de probabilidades como os da Tabela 4 e às suas probabilidades complementares.

Os valores absolutos das diferenças empregando cada uma das três regras de composição são dados nas tabelas 6, 7 e 8, respectivamente.

Tabela 6. Escores para cinco alternativas baseados em três critérios sem interação

	[1]	[2]	[5]	[7]	[8]
Classe1	0,69	0,48	0,49	0,32	0,27
Classe2	0,40	0,26	0,31	0,12	0,04
Classe3	0,00	0,16	0,00	0,13	0,43
Classe4	0,31	0,60	0,31	0,35	0,72
Classe5	0,49	0,78	0,49	0,50	0,86

Tabela 7. Escores para cinco alternativas baseados em três critérios com interação negativa

	[1]	[2]	[5]	[7]	[8]
Classe1	0,75	0,44	0,50	0,50	0,24
Classe2	0,51	0,18	0,30	0,30	0,07
Classe3	0,13	0,25	0,00	0,00	0,45
Classe4	0,24	0,63	0,30	0,30	0,73
Classe5	0,47	0,81	0,50	0,50	0,86

Tabela 8. Escores para cinco alternativas baseados em três critérios com interação variável

	[1]	[2]	[5]	[7]	[8]
Classe1	0,84	0,61	0,67	0,48	0,26
Classe2	0,64	0,32	0,43	0,24	0,08
Classe3	0,17	0,19	0,00	0,13	0,47
Classe4	0,33	0,62	0,43	0,49	0,75
Classe5	0,63	0,81	0,67	0,71	0,87

Como o menor valor da última coluna da Tabela 8 está na segunda linha, conclui-se pela classificação da última alternativa na Classe 2. O mesmo acontece para as formas de composição das tabelas 6 e 7. Já as outras alternativas apresentam o menor escore na terceira linha e são, portanto, classificadas na Classe 3, com exceção da alternativa [2] na Tabela 7 e a alternativa [7] na Tabela 6, ambas também classificadas na Classe 2.

Análises idênticas foram realizadas com a inclusão, sucessivamente, de mais um proponente (quatro critérios), do critério de custo da investigação (cinco critérios) e o critério de consistência da proposta (seis critérios). As classificações obtidas são dadas na Tabela 9. Nesta tabela, para cada contexto, identificado pelo número de critérios, a primeira coluna tem a classificação pela composição sem interações, a segunda tem a classificação pela composição com máximas interações negativas e a terceira tem a classificação pela composição com uma interação negativa e duas interações positivas máximas.

Verifica-se na Tabela 9 que a inclusão de mais um proponente não altera a classificação. Com quatro critérios, assim como no caso de três critérios, somente a última proposta atinge a Classe 2 em todas as formas de composição, enquanto as propostas [2] e [7] só atingem essa classe em uma classificação, a mesma obtida anteriormente.

Passando a cinco critérios, há uma redução de classificações na classe 2, sem ascensão de nenhuma proposta da Classe 3 para a Classe 2. Ficam nesta classe apenas a última proposta na composição sem interação e a segunda na composição com todas as interações negativas. A inclusão do critério de carga de trabalho de investigação, em que tiveram má avaliação, resultou na queda das propostas [7] e [8] para a classe 3.

Finalmente, com seis critérios, a segunda e a última proposta permanecem na Classe 2 nas mesmas composições que assim as classificaram nos casos anteriores. A única alteração é o retorno da Proposta [7] à Classe 2 na composição sem interação, de onde tinha saído apenas no caso de cinco critérios.

Tabela 9. Classificações pelas três regras de composição

	3 critérios			4 critérios			5 critérios			6 critérios		
[1]	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
[2]	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
[5]	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
[7]	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
[8]	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da análise. Pelos padrões estabelecidos, nenhuma proposta é classificada na classe de maior preferência, mas, percebe-se que algumas propostas ficam na Classe 2, de também possível aceitação. Isto vale principalmente para a última proposta. As propostas 1 e 5, dominadas por outras propostas, também poderiam ser levadas para classes altas (visto que a avaliação não é comparativa), mas, isso não acontece, significando que não atingem os padrões estabelecidos através dos perfis representativos adotados. Pequena variação foi constatada nos resultados.

A suavização da distribuição triangular pela Beta-PERT conduz a resultados finais semelhantes, notando-se, apenas um ligeiro alargamento na classificação, com algumas propostas passando da Classe 2 para a Classe 1 e outras da Classe 3 para a Classe 2 ou a Classe 4. Assim, por exemplo, nas classificações sem interação, com três, quatro ou seis critérios, as propostas [7] e [8] passam da Classe 2 para a Classe 1, enquanto, com 5 critérios, a Proposta [8] passa da Classe 2 para a Classe 1, passando as propostas [1], [2] e [7] da Classe 3 para a Classe 2.

5. Conclusão

Propõe-se neste estudo o emprego de um modelo multicritério de classificação no processo de avaliação de propostas de colaboração premiada em fase de aperfeiçoamento na legislação penal brasileira. A atual regulamentação do instrumento ainda não define precisamente seu uso e o emprego de um modelo objetivo para avaliação das propostas pode torná-lo mais seguro e atraente.

O modelo considera paralelamente critérios representativos dos objetivos dos proponentes de reduzir suas possíveis penas e critérios representativos dos custos e benefícios para a sociedade associados à aprovação de suas propostas. Ao reduzir a discricionariedade na avaliação da proposta, a presença de um instrumento objetivo no processo pode ampliar consideravelmente a atração de colaboradores. Agentes envolvidos em posições operacionais na estrutura criminosa podem sentir-se mais seguros em afastar-se das lideranças criminosas e, em troca de redução de suas penas, dispor-se a oferecer preciosa colaboração à sociedade. Disto se pode esperar importante elevação do sucesso no combate à criminalidade.

Em uma abordagem anterior, a avaliação foi baseada na comparação de propostas entre si. A presente abordagem, aplicando a CPP-Tri para classificar cada proposta separadamente, aumenta ainda mais a atratividade do sistema para potenciais proponentes ao basear-se na divulgação prévia dos critérios e dos perfis de desempenho segundo esses critérios que caracterizam as classes em que as propostas podem ser enquadradas.

Ao levar em conta a interação entre os critérios e ao determinar internamente a importância dos critérios em função dos valores da própria avaliação da proposta, esta metodologia ainda amplia a possibilidade de aplicação de um número maior de critérios e de critérios entre os quais não seja possível ou desejável antecipar preferências.

Referências

- Choquet, G. (1953). Theory of capacities. *Annales de l'Institut Fourier*, 5, 131–295.
- Fishburn, P. C. (1970). *Utility theory for Decision Making*. Wiley, New York.
- Gavião, L. O., Sant'Anna, A. P., Lima, G. B. A., Garcia, P. A. de A. (2018). CPP: Composition of Probabilistic Preferences. R package version 0.1.0., <https://cran.rproject.org/package=CPP>.
- Grabisch, M. (1996). The representation of importance and interaction of features by fuzzy measures. *Pattern Recognition Letters*, 17, 567-575.

Grabisch, M., Kojadinovic, I. and Meyer, P. (2008). A review of methods for capacity identification in Choquet integral based multi-attribute utility theory: Applications of the Kappalab R package. *European Journal of Operational Research*, 186, 766-785.

Kalkmann, T. (2019). Análise econômica da racionalidade do acordo de colaboração premiada. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, 5 (1), 469-504.

Keeney, R.L., Raiffa, H. (1993). Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs. Cambridge University Press, Cambridge-MA.

McAdams, R. H. (2009). Beyond the Prisoners' Dilemma: Coordination, Game Theory, and Law, *Southern California Law Review*, 82, 173-222.

R-Core-Team (2018). R: A language and environment for statistical computing, [R Foundation for Statistical Computing, Vienna](http://www.R-project.org)-Austria. Available at <http://www.R-project.org>.

Raiffa, H. (1982). The Art and Science of Negotiation. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.

Rosa, A. M. (2018). *Procedimentos e Nulidades no Jogo Processual Penal*. Emais, Florianópolis.

Sant'Anna, A. P. (2015). Probabilistic Composition of Preferences: Theory and Applications. Springer, Heidelberg.

Sant'Anna, A. P., Gavião, L. O. & Sant'Anna, T. L. (2020). Abordagem Multicritério para a Delação Premiada. Em: *Anais do LII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Campinas, Galoá. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbpo-2020/papers/abordagem-multicriterio-para-a-delacao-premiada>>.

Sant'Anna A. P., Gomes L. F. A. M. & Costa, F. F. et al (2012). Análise multicritério baseada em probabilidades de preferência. In: Oliveira V. F. de, Cavenaghi V. & Másculo, F. S. (eds.) Tópicos emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: casos, experiências e proposições - Volume V. ABEPRO, Rio de Janeiro.

Sant'Anna, A. P. & Sant'Anna, J. L. (2019). A Principle of Preference Concentration applied to the unsupervised evaluation of the importance of multiple criteria. *Pesquisa Operacional*, 39 (2), 317-338.

Shapley, L. (1953). A value for n-person games. In Contributions to the Theory of Games, Vol. II. Annals of Mathematics Studies, 28. Kuhn, H. & Tucker, A. (Eds.). Princeton University Press, Princeton, 307-317.

Silva Neto, D. R. & Oliveira, S. V. (2019). Evidências empíricas acerca do sistema carcerário brasileiro e suas relações com os gastos públicos. *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, 162, 180-210.