

## USO DO AGREGADOR *ORDERED WEIGHTED DISAGREEMENT* NO APOIO À DECISÃO ESTRATÉGICA NA INDÚSTRIA DE ALGODÃO

**José Leão**

Universidade Federal de Pernambuco  
UFPE, Av. Acadêmico Helio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, Cep: 50740-530  
zeleao@gmail.com

**Danielle Morais**

Universidade Federal de Pernambuco  
UFPE, Av. Acadêmico Helio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, Cep: 50740-530  
daniellemorais@yahoo.com.br

### RESUMO

Decisões estratégicas são relevantes para uma empresa, sendo frequentemente tomadas por um grupo de gestores. Porém, a complexidade do problema e a agregação de opiniões diferentes induzem o uso de um método estruturado para apoiar decisão. Este artigo sugere o uso do modelo de agregação *Ordered Weighted Disagreement*, no estudo da escolha de uma estratégia de negócio para uma empresa de processamento de algodão de uma maneira que a alternativa proposta represente uma decisão de menor desacordo entre os participantes.

**PALAVRAS CHAVE.** *Ordered Weighted Disagreement*, Multicritério, Decisão em grupo.

**Área principal** Sistema de apoio à decisão

### ABSTRACT

Strategic decisions are relevant in the company. They are often toward by managers group. However, the complexity of problem and the aggregation of different opinions induce the use of a structured method to aim decisions. This paper suggests the use of aggregation model *Ordered Weighted Disagreement* to study the decision about business strategic of a cotton processing company that the alternative proposed represents the lowest disagreement among parties.

**KEYWORDS.** *Ordered Weighted Disagreement*, Multicriteria, Group decision.

**Main area** Decision Support System

## 1. Introdução

O processo de tomada de decisão está presentes em todos os níveis da gestão. Desde o operacional, com escolhas relativas à forma do reparo de uma máquina, por exemplo, passando por camadas superiores como tácito e estratégico. Estas decisões variam conforme os graus de complexidade e importância. Assim, decisões de perspectivas diferentes exigem posturas próprias na sua análise e resolução.

As decisões tomadas em um nível estratégico tendem a ter uma complexidade maior na sua construção, pois são alternativas que norteiam o funcionamento organizacional, traçando diretrizes que servem de referência para os níveis tácito e operacional. Portanto, é um assunto discutido prioritariamente com os maiores níveis hierárquico dentro da empresa. São decisões de longo prazo e de extrema importância. Vollmann (2006) apresentou algumas características das escolhas na estratégia do negócio, conforme a tabela 1:

<b>Natureza da decisão</b>	<b>Planejamento estratégico do negócio</b>
Envolvimento da alta gerência	Intensiva
Frequência	Anual ou mais
Extensão	Ano a ano ou trimestral
Investimentos gerenciais	Muito grande
Técnicas úteis	Julgamento gerencial, modelos de crescimento econômico

*Tabela 1 Características das escolhas na decisão estratégica (Vollmann, 2006)*

Um fator que aumenta a complexidade das decisões é a inserção grupo de pessoas responsáveis para realizar esta atividade. Ao passo que uma decisão tomada por um grupo tende a analisar o problema sobre um espectro maior de perspectivas e obter um resultado melhor, como afirma O'leary (2010), por outro lado, aumenta a complexidade da agregação da opinião de pessoas distintas para que a escolha sinalize uma opinião interessante e consensual.

Há alguns exemplos de pontos onde o aumento da complexidade pode ser observado. As pessoas têm seus próprios valores e interpretações, que podem dificultar a formação de uma opinião única. Nutt (1998) analisa que as decisões possuem um viés muito forte das experiências antigas e da opinião das pessoas em detrimento a uma análise mais profunda. Há ainda decisões relevantes sobre a justiça na ponderação das opiniões entre as partes, possibilidade de formação de coligações (Raiffa, 1982), entre outros.

Há um trade-off bem definido entre a complexidade de uma decisão tomada por mais pessoas e os benefícios de ter mais pontos de vista e opiniões avaliando uma mesma questão. Segundo Dias & Clímaco (2002), ao se considerar uma decisão em grupo, envolve áreas multidisciplinares como psicologia cognitiva, ciência organizacional, sociologia, ciência política, entre outros. Os grupos de uma organização possuem suas próprias idiossincrasias que devem ser respeitadas e consideradas ao pensar em um procedimento de decisão que agregue várias pessoas.

A decisão que será apresentada neste trabalho é de uma indústria que pretende definir sua estratégia de negócio. A empresa proposta atua na área de processamento de algodão e, com a entrada de um novo sócio, está mudando a localização da planta e o mercado a ser atingido. Razões mercadológicas foram fundamentais para a mudança da localização da fábrica, que enxerga no novo lugar um ponto propício para prosperar. Os diretores da empresa são unânimes em afirmar que a meta inicial é alcançar meios de sobrevivência e posterior desenvolvimento no médio prazo. Estes objetivos são semelhantes aos descritos em Paladini (2000).

No entanto, há uma discussão entre as partes interessadas da empresa sobre que estratégia deve ser tomada pela organização para alcançar os objetivos traçados. Não há um consenso sobre as diretrizes a serem seguidas graças à diversidade de pensamento dos decisores e

vastas possibilidades de ações neste meio.

Este problema se mostra propício a utilizar procedimentos mais sofisticados de decisão em grupo, dada importância do problema e a complexidade típica de um nível estratégico. Vollmann (2006) também ressalta o alto risco das decisões como uma forte razão para o estudo estruturado. Risco oriundo, dentre outras razões, a que a natureza probabilística das decisões (O'Leary, 2010), que neste caso esta atrelada às variáveis de mercado, governamentais entre outros aspectos macroeconômicos.

Ao definir o problema e os participantes, tem-se uma dimensão mais clara da natureza da decisão a ser tomada. O próximo passo é analisar os métodos de decisão em grupo existentes e selecionar algum que se enquadre ao problema proposto.

## 2. Decisão em grupo

A tomada de decisão em grupo contém uma complexidade característica no seu bojo. Para abranger as perspectivas existentes, existem diversos métodos que auxiliam nas decisões, dentre eles, podemos citar: VIP G (Dias & Clímaco, 2005), ELECTRE GD (Leyva-López & Fernández-González, 2003), métodos baseados em metodologias *soft* como o Pidd (1990), entre tantos outros.

Outras abordagens podem ser observadas em trabalhos mais recentes. Yevseyeva et al (2008) utiliza linguagem verbal em detrimento à numérica no apoio à decisão ordinal com o Verbal Decision Analysis (VBA). Li et al (2008) utiliza um procedimento algorítmico matricial baseado na programação 0-1 e utilizando escalas ordinais para maximizar o resultado da ordenação tomando como referência os pesos distribuídos para a ordenação.

A amplitude de abordagens e de modelos existentes exige que haja um cuidado especial na escolha. A idiosincrasia do grupo e as características da decisão a ser tomada devem nortear a escolha do método.

Do lado dos gestores, foi sugerido que o método deveria sugerir uma solução boa e que minimizasse possíveis conflitos entre as partes. Outra proposta é que o método fosse relativamente simples e ordenasse as alternativas, dando suporte à decisão ao invés de decidir pelo grupo. O desejo era, ao fim do uso do método, discutir os resultados obtidos e possíveis combinações estratégicas entre as melhores alternativas.

Os métodos ordinais e de votação possuem algumas características que convergem ao que se espera do método. São opções relativamente simples e que provêm uma ordenação. Alguns dos principais métodos desta natureza são apresentados abaixo:

- Método lexicográfico: Método ordinal e não compensatório cuja metodologia se assemelha a busca de palavras no dicionário onde cada letra da palavra procurada representa um critério. Estes são ordenados por importâncias de modo decrescente. Ainda devem ser mencionados o método lexicográfico de semi-ordem, o método lexicográfico de permutações e o método lexicográfico com níveis de aspirações (Almeida, 2010).

- Método de Borda: Proposto para agregar votos de um júri. A idéia básica é ponderar os valores relativos às posições obtidas e realizar uma agregação onde o maior valor seria o “vencedor de borda”. Uma dos problemas do uso deste método é a influência que alternativas irrelevantes podem causar nesta agregação, alterando posições relativas das demais alternativas entre si. Mello et al (2005) sugere que modelos de pontuação esportiva como o aplicado na fórmula um são variações de Borda.

- Método de Condorcet: Proposto pelo Marquês de Condorcet, realizando uma comparação par-a-par das alternativas e contabilizando a quantidade de critérios que uma alternativa vence a outra. Este método não sofre o problema das alternativas irrelevantes (Almeida 2010). Porém, não é capaz de garantir a transitividade das alternativas, podendo ter dificuldades na discriminação da ordem dos vencedores. Mello et al (2004), afirma que não havendo intransitividades, o método de Condorcet é preferível ao de Borda.

- Método de Coperland: O método de Cooperland também realiza comparações par-a-par, mas apresentando uma agregação final do número de vitórias subtraindo o número de derrotas entre uma alternativa e outra. Quando não há intransitividade nesta relação, o resultado

de Cooperland se assemelha ao de Borda. O método não elimina a influência de alternativas irrelevantes, mas diminui bastante este problema (Gomes Junior et al, 2008). Alguns trabalhos recentes apresentaram este método, como Gomes et al 2009, Levino & Morais (2010), Mello (2005).

- *Ordered Weighted Disagreement*: Proposto por Contreras (2010), este operador tem algumas características que os diferenciam dos demais métodos. Uma delas é que permite que o facilitador defina quais são as regras de decisão, utilizando pesos para fazer este ajuste. Também é característica deste operador a permutação dos vetores, ordenando-os para tratamento dos valores. O operador apresentado aqui foca o problema do desacordo entre as partes, minimizando-os enquanto apresenta uma boa solução. Exige apenas uma ordenação dos decisores. Porém, sua contabilidade é um pouco mais complexa.

Todos os modelos apresentados possuem razões que justificam as suas utilizações no amplo espectro de problemas possíveis. Para este estudo, será utilizado a *Ordered Weighted Disagreement*, a fim de diminuir os atritos entre as partes e obter uma ordenação que seja considerada boa, dando informações relevantes sobre as opiniões de cada parte interessada. Além disso, o método exige apenas uma ordenação da parte dos decisores, o que simplifica a sua operação exigindo algo simples das partes. O método não vai prescrever uma alternativa ótima, mas vai dar informações para que as decisões sejam mais bem estruturadas.

### 3. Ordered Weighted Disagreement

Este método tem origem na família de operadores *Ordered weighted averaging* (OWA) proposto em Yager (1998) mais precisamente ligado ao *Ordered weighted distance* (OWD) que pode ser visto em Xu & Chen (2008). Uma das ideias inovadoras do grupo de métodos de agregação é a de utilizar os resultados obtidos como vetores ordenados e os pesos como modeladores da decisão. Esta característica faz com que o facilitador, modificando os vetores ordenados, extraia diferentes informações da votação. Deste modo, a perspectiva do valor do peso é diferente da habitualmente conhecida, deixando de ser um reflexo do valor da alternativa para ser o reflexo da posição relativa desta alternativa comparada às demais.

No método proposto por Yager (1998), o decisor  $i$  representava um vetor  $v_{ix} = (A(x)_1, A(x)_2, \dots, A(x)_j)$ , onde  $A(x)_j$  reflete o grau que o critério  $j$  satisfaz o decisor  $i$  relativo à alternativa  $x$ . Os valores devem ser numéricos e dentro do intervalo  $[0,1]$ . Após a obtenção dos vetores, eles são permutados e posicionados do maior para o menor. Em seguida, é feito o produto vetorial com o vetor  $W = (w_1, w_2, \dots, w_j)$ , onde  $w$  representa a importância relativa ao posicionamento ( $0 < w < 1$  e  $\sum w_1, \dots, w_j = 1$ ). A utilização e motivações destes vetores  $w$  são questões fundamentais e têm sido objeto de estudos. O autor ainda definiu alguns pesos que servem como referência:

- $w = (0, 0, \dots, 0, 1)$ : Operador *and*: Representa a ideia do “and”, ou seja, que todos os critérios tenham no mínimo um valor estipulado. Este operador utiliza para cálculo o menor dos valores dos critérios obtidos.
- $w = (1, 0, \dots, 0, 0)$  Operador *or*: Representa a ideia do “or”, ou seja, que ao menos um critério tenha o valor estipulado. Este operador utiliza para cálculo o maior dos valores dos critérios obtidos.
- $w = (1/j, 1/j, \dots, 1/j)$ : Este operador representa a média aritmética dos atributos estabelecidos, se posiciona no meio, entre o extremo representado pelo *and* e o representado pelo *or*.

A partir deste conceito geral, vários trabalhos foram realizados a fim de complementar as ideias deste agregador. Zarghami *et al* (2008) estabelece um modo de realizar uma análise de sensibilidade a fim de encontrar uma solução mais refinada para os pesos. Filev *et al* (1994) apresenta uma maneira de se extrair valores dos pesos a partir dos dados. Há ainda muitos outros trabalhos que incrementaram o desenvolvimento do método puro que não serão apresentados aqui.

Há ainda alguns exemplos práticos de aplicações deste agregador. Dijkstra (2009) utilizou para ranquear os dados da UNICEF sobre bem-estar de crianças dos países ricos. Okur *et al* (2008) utilizou junto ao QFD para fazer um estudo sobre as opiniões e necessidades dos alunos do departamento de engenharia a fim de melhorar os procedimentos de ensino. Já Merigó (2009) utiliza o modelo do OWA adaptado para traçar estratégias monetárias para um país.

Outros modelos e aplicações foram lançados posteriormente a partir do OWA. O próprio Yager (2009) estuda os espaços entre alta e baixa prioridade e maneiras de se tratar este fato. Merigó (2009) utiliza ponderações extras durante o processo de agregação a fim de passar um pouco da importância relativa do critério. Torra (1997) utiliza uma ponderação extra a fim de propor uma importação de valores além da posição relativa da alternativa. A literatura é bastante vasta em variações deste método.

O trabalho apresentado por Xu & Chen (2008) apresenta o *Ordered Weighted distance* (OWD) que merece um destaque especial dentre os métodos apresentados. A inovação principal que este método traz é utilizar a diferença relativa entre os critérios das alternativas para fazer a base da ordenação. A forma que se utiliza a distância deve ser definida previamente. Os autores apresentam diversos formatos para calcular a distância entre os critérios a fim de que se utilize a mais viável para o problema estipulado, além de apresentar uma simulação que uma seleção de alunos por professores.

O OWD é um método bastante recente e começa a render variações do seu modelo. O método sugerido para a questão apresentada é o *Ordered Weighted Disagreement* é um deles. A ideia geral de comparação aos pares das alternativas é o elo que os une. Porém, trabalha com números discretos e ordinais, apresentando como resultado um vetor de alternativas ordenadas que minimize o desacordo.

Outra diferença fundamental é que o OWD estabelece uma opinião de referência e a partir daí, calculando as distâncias. O *Ordered Weighted Disagreement* pode ser utilizado desta maneira, mas a sua construção busca a solução de referência ao invés de defini-la.

Primeiramente, define-se as terminologias conforme apresentadas abaixo:

- $R_k = \{r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kN}\}$  : Vetor de prioridade
- $r_{kj}$  : Ordenação dada a j-ésima alternativa pelo k-ésimo decisor ( $0 \leq r_{kj} \leq 1$ )
- $\pi$  = Permutação do conjunto  $\{1, \dots, K\}$  tal que  $d(R_{\pi(k)}, R_G) \geq d(R_{\pi(k+1)}, R_G)$  ( $k=1, \dots, K-1$ )
- $d$ : função de desacordo individual
- $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ : vetor peso ( $0 \leq w_k \leq 1$  e  $\sum w_1, \dots, w_k = 1$ )

Definido estes termos, é possível apresentar a função *Ordered weighted disagreement* D:

$$D(R_1, \dots, R_K) = \sum_{k=1}^K w_k \cdot d(R_{\pi(k)}, R_G) \quad (1)$$

O objetivo é obter o valor que minimize a função D.

Duas questões são relativas ao tema. A primeira é o comportamento dos pesos e como ele pode refletir a regra de decisão desejada. Xu & Chen (2008) é um dos autores que apresentam alguns pesos. Yager (1988) apresenta algumas medidas que ajudam a perceber melhor a postura do sistema de ponderação desejado.

Outra questão relevante neste estudo é relacionada à escolha do funcionamento da função  $d$ . O próprio Contreras (2010) apresenta algumas opções de funções possíveis de comportamentos diferentes para se optar, dependendo do que se espera do problema.

A contabilidade para encontrar os resultados neste modelo é um pouco mais complexa. Contreras (2010) utiliza uma mudança de variáveis em seu trabalho a fim de simplificar o método de encontrar os resultados, linearizando a função. O objetivo se torna minimizar a função  $\sum_{v=1}^K D_K$  entre 1 e K, sendo D a função  $D_K = \sum d(R_k, R_g)$  no intervalo discreto entre 1 e K.

Com estes valores e algumas restrições propostas, é proposta uma resolução por métodos de pesquisa operacional. Os valores dos pesos passam a se chamar de  $v_k$ . Este vetor continua com o mesmo significado geral, mas os valores numéricos possuem representações diferentes. Neste trabalho, o vetor (0,0,0,0,1) que significava o vetor *and* no OWA, representa o vetor minissoma no *Ordered disagreement*. Já o vetor (1,0,0,0,0) representa o vetor minimax.

#### 4. Caracterização do problema

A empresa deste estudo atua na área de processamento de algodão, recebendo a matéria prima crua e emitindo produtos processados como algodão em bolinhas, ziguezague, cotonetes, entre outros. Por questões mercadológicas e financeiras, a empresa teve que mudar a localização da sua produção e deseja traçar uma estratégia do negócio para esta nova realidade. Os decisores relacionados neste problema são 4, sendo 3 relacionados à gestão antiga da empresa (O diretor geral, e os diretores de vendas/logística e produção) e o novo sócio. Decidiu-se previamente, por questões gerenciais, a mudança do sítio da empresa e a requalificação do negócio para outro mercado. A decisão será a definição de um norte para que as ações iniciais da empresa alinhem-se aos objetivos futuros.

As alternativas apresentadas pelos próprios decisores estão dentro do conceito de excelência operacional dentro da abordagem de Fleury e Fleury (2003), buscando alinhar a relação qualidade/preço. Alguns destes conceitos estratégicos abaixo se assemelham aos apresentados em Slack et al (2002) e Paladini (1998). É importante destacar que as estratégias não são autoexcludentes, elas podem ser tomadas em conjunto no dia-a-dia da empresa:

1. **Estratégia de preço:** Esta proposta sugere que o preço de mercado do produto final seja ajustado conforme o desempenho de outros indicadores relativos à reação do mercado. As outras funções devem seguir o indicativo dado pelo preço. Esta estratégia utiliza bastante os estímulos externos e considera o preço a principal arma para alcançar os mercados desejados e por em prática os objetivos da empresa
2. **Estratégia de qualidade:** A estratégia proposta é incentivar a produção de um item de qualidade superior e se tornar conhecido pela excelência do produto.
3. **Estratégia de distribuição:** Esta estratégia foca na distribuição do produto, fazendo com que ele esteja disponível em uma área maior no primeiro momento.
4. **Estratégia de produção:** O foco da empresa por esta estratégia é otimizar o processo produtivo, reduzindo os custos o quanto possível e dando um maior fôlego financeiro e confiabilidade na entrega do produto.
5. **Estratégia de vendas:** Há um investimento direcionado à estratégia de vendas, desde veiculação de propagandas a investimentos para bom relacionamento nos canais de vendas.

O modelo que fará a agregação é o *Ordered weighted disagreement*. A flexibilidade inerente ao procedimento faz com que seja necessário que algumas definições sobre o mesmo sejam estipuladas previamente.

Os pesos dão um direcionamento da regra a ser estipulada. Para este procedimento, serão considerados dois vetores diferentes de pesos, a fim de se obter duas definições distintas, baseado nos pesos apresentados por Contreras (2010). É importante ressaltar que, apesar de ter o mesmo sentido que o OWA, os vetores do peso no *Ordered Weighted Disagreement* possuem valores diferentes, pois o método passa por uma transformação antes de entrar em operação. Os vetores utilizados e o significado são apresentados em seguida.

O primeiro vetor é  $v_1 = \{0;0;0;0;1\}$ , conhecido também como vetor de minissoma. O uso desta opção nos indica um resultado o qual os desacordos gerais devem estar acima de determinado patamar. Este vetor considera de maneira igual todas as alternativas e possui um resultado mais amplo sobre o processo.

O outro vetor utilizado é o  $v = \{1;0;0;0;0\}$ , ou vetor minimax. Este vetor evidencia as maiores discrepâncias individuais dentre os decisores. Assim, é possível trabalhar em cima da

redução das maiores diferenças de opinião entre as partes, extraindo depoimentos que justifiquem a postura e um possível realinhamento de opiniões.

Com os vetores escolhidos, resta selecionar o formato da função  $d$ . Para este trabalho, será considerada a distância de Kemeny, que agrega o número de pares discordantes em comparações par-a-par:

$$d(R_k, R_h) = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N I[(r_{kj} - r_{ki})(r_{hj} - r_{hi}) < 0] \quad (2)$$

Onde  $I = 1$  se a expressão lógica for verdadeira e  $I = 0$  se for falsa

Este formato para a função  $d$  foi utilizado na decisão em grupo proposta por Contreras (2010) possui a vantagem de não sofrer com possíveis erros de subtração ordinal (Cook & Kress, 1986) que podem ser gerados ao subtrair valores de ordenação sem ter noção da real diferença entre duas posições ordenadas.

## 5. Resultados

Foi pedido aos decisores uma ordenação das estratégias apresentadas acima conforme a ordem de importância que eles julgavam para o negócio. Salientou-se quais eram os objetivos do procedimento a fim de deixá-los mais confortáveis na escolha. A intenção é aliar a idéia de uma boa ordenação com minimização das discrepâncias na opinião. Os valores apresentados foram os seguintes:

Estratégia	Novo Sócio (R <sub>1</sub> )	Diretor 1 (R <sub>2</sub> )	Diretor 2 (R <sub>3</sub> )	Diretor 3 (R <sub>4</sub> )
r <sub>k1</sub> (preço)	3	1	3	1
r <sub>k2</sub> (qualidade)	1	2	5	3
r <sub>k3</sub> (distribuição)	4	5	4	5
r <sub>k4</sub> (produção)	2	4	1	2
r <sub>k5</sub> (vendas)	5	3	2	4

Tabela 2 Valores das ordenações dada pelos decisores

A tabela reflete a ordenação dada por cada decisor com relação às estratégias consideradas. Os dados obtidos da tabela anterior serão utilizados como base. Os vetores tem por base a troca de variáveis realizada por Contreras 2010 e os vetores foram propostos pelo autor. O método foi aplicado após a obtenção das informações dadas e os seguintes resultados foram obtidos.

### 5.1 Vetor minissoma:

A utilização da ponderação do tipo (0,0,0,0,1) no *Ordered Weighted disagreement* representa a soma entre todos os desacordos. Nesta aplicação, é feita a comparação entre ordenações propostas pelas partes envolvidas (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, e R<sub>4</sub>) e todo o conjunto de ordenações possíveis (neste caso P(5)=120) assumindo a função de R<sub>g</sub>. Dentre os resultados obtidos, as melhores ordenações foram chamadas de S<sub>x</sub> e demonstradas abaixo:

Melhores ordenações (r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub> , r <sub>3</sub> , r <sub>4</sub> , r <sub>5</sub> )	d(R <sub>1</sub> , R <sub>g</sub> )	d(R <sub>2</sub> , R <sub>g</sub> )	d(R <sub>3</sub> , R <sub>g</sub> )	d(R <sub>4</sub> , R <sub>g</sub> )	Total
S <sub>1</sub> =(1,3,5,2,4)	4	2	4	0	10
S <sub>2</sub> =(2,3,5,1,4)	3	3	3	3	10
S <sub>3</sub> =(1,2,5,3,4)	3	1	5	1	10

Tabela 3 Resultados obtidos com vetor minissoma

Três resultados foram considerados de menor desacordo pela regra da minissoma, as ordenações obtidas estão descritas na coluna da esquerda. No resultado numérico obtido nesta tabela, cada valor unitário representa o número de vezes que a ordenação do primeiro R ocorreu no sentido contrário de  $R_G$ , ou seja, as posições relativas das alternativas tomadas isoladamente estão invertidas.

Observa-se que as três ordenações concordaram com o critério 3 na quinta posição e o critério 5 na quarta colocação. Entretanto, as três primeiras posições, a seleção não foi capaz de discriminar as três alternativas de destaque.

Estas soluções obtidas são equivalentes entre si pelo vetor minissoma. Porém, não podem se classificadas como ótimas, apenas que são as melhores dentro do critério de decisão estabelecido. No caso do minissoma, são as três opções cuja soma do desacordo obtém menores resultados.

É interessante destacar que a ordenação (1,3,5,2,4) coincidiu com a ordenação dada por  $R_4$ , o que leva a crer que as opiniões deste decisor são as mais próximas de um consenso.

### 5.2. Vetor minimax

A fim de extrair mais informações sobre os resultados, uma segunda etapa foi realizada com os três resultados anteriores. O vetor peso considerado será o (1,0,0,0,0), que é equivalente ao vetor *or*. A tabela seguinte representa o valor máximo do desacordo obtido na comparação de  $R_g$  (que são os vetores  $S_1, S_2$  e  $S_3$  nesta tabela) com os decisores  $R_1, R_2, R_3$  e  $R_4$  e também com quais decisores o desacordo foi maior:

Melhores ordenações ( $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$ )	Decisores (maior desacordo)	Desacordo máximo
$S_1 = (1,3,5,2,4)$	$R_1, R_3$	4
$S_2 = (2,3,5,1,4)$	$R_1, R_2, R_3$	3
$S_3 = (1,2,5,3,4)$	$R_3$	5

Tabela 3 Resultados obtidos com vetor minimax

Na comparação entre as três ordenações obtidas, a ordenação (2,3,5,1,4) obteve o menor medida de desacordo máximo, ou seja, ao comparar a ordenação dos decisores com a ordenação obtida, o valor máximo do desacordo teve índice 3, menor do que as demais.

Ainda foi calculado o índice Minimax para todas as outras soluções possíveis e a ordenação (2,3,5,1,4) se manteve como a de menor valor.

### 5.3 Comparação com métodos

A fim de comparar os resultados e observar possíveis semelhanças, os métodos de Borda e o de Condorcet também foram utilizados e as ordenações obtidas estão representadas na tabela abaixo:

Alternativa	Resultado Borda (pontos)	Resultado Condorcet
$r_1$	1 (16)	2
$r_2$	3 (15)	4
$r_3$	5 (13)	5
$r_4$	2 (10)	1
$r_5$	4 (6)	3

Tabela 4 Resultados obtidos em Borda e Condorcet

O resultado de Borda coincidiu com uma das alternativas que foram apresentadas como resultado pelo vetor minissoma, mas que não atingiu o melhor resultado no vetor minimax. Já a ordenação do método de Condorcet foi diferente do obtido pelo *Ordered Weighted Disagreement*. De fato, não é um resultado que surpreenda, já que as perspectivas que norteiam os métodos são

diferentes. O resultado da ordenação de Condorcet sendo avaliada pelo nível de desacordo é apresentado na tabela seguinte:

Resultados dos métodos	Avaliações de desacordo	
	Minissoma	Minimax
Condorcet (4,1,5,2,3)	14	4 ( $R_1, R_2, R_3$ )

Tabela 5 Avaliações de desacordo dos vencedores de Condorcet

#### 5.4 Discussão

Dessa forma, algumas informações que o método trouxe na sua aplicação servem para a pauta da reunião final para decisão da estratégia:

- A solução ordenada na sequência Produção → Preço → Qualidade → Vendas → Distribuição possui os melhores resultados dentro do critério adotado para avaliação
- O diretor 2 teve a maior discordância na maioria dos casos, principalmente graças as suas opiniões sobre os critérios preço e qualidade, chegando a representar metade do desacordo relativo à ordenação (1,2,5,3,4). É importante entender as razões desta opinião, que representa o maior discordante.
- O diretor 3 obteve o menor desacordo nas três alternativas, variando entre 0 (coincidência com sua opinião) e 1. É interessante que o este decisor justifique perante os demais as razões da sua escolha, a fim de trazer à luz novas informações que ajudem os demais na interpretação dos dados
- A solução (1,3,5,2,4) também deve ser considerada em avaliações e discussões posteriores, pois ela obteve a maior pontuação pelo critério de Borda

#### 6. Conclusão

O *Ordered Weighted disagreement* traz como novidade a característica de estudar o desacordo das soluções a partir de um agregador ordinal baseado no consagrado OWA. Assim, se adéqua muito bem a problemática de problemas de ordenação onde o interesse das partes é gerar uma solução mais próxima da solução de cada participante. Assim, o direcionamento não será para a obtenção de um resultado ótimo, mas a chance de obter o respaldo pelo sentimento de ter a opinião representada pode compensar a escolha.

Neste estudo, o método foi utilizado na decisão da opção de estratégia em uma empresa de processamento de algodão e apresentou as melhores ordenações sob duas perspectivas diferentes de desacordo. Os resultados obtidos serviram de apoio para que os decisores compreendessem uns aos outros e tivessem propostas de uma ordenação cujos conflitos fossem minimizados.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se considerar o uso do método para outros problemas com um número diferente de decisores. Outro espaço para estudo também é a avaliação e o uso de outros vetores de solução, com justificativas plausíveis para o seu uso. O *Ordered Weighted Disagreement* é um método novo e possui um grande espaço para novos artigos.

#### Referências

Almeida, A. (2010); *O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão*. Recife. Ed. Universitária Cook WD, Kress M Ordinal ranking and preference strength. *Math Soc Sci* 11:295–306 (1986)

- Contreras, I;** (2010) Ordered weighted disagreement functions; *Group Decision and negotiation*, Vol 19
- Dias, L; Clímaco, J.N.;** (2005) Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: a methodology and GDSS architecture, *European Journal of Operational Research*. Vol 160 (2) pp. 291–307,
- Dijkstra, T.**(2009) ; Child Well-Being in Rich Countries: UNICEF’s Ranking Revisited, and New Symmetric Aggregating Operators Exemplified *Child Indicators Research*. Vol 2. N 3. pp 303-317.
- Fleury, A.; Fleury, M.** (2003) Competitive strategies and core competencies: perspectives for the internationalization on industry in Brazil. *Integrated Manufacturing Systems*, Bradford, v. 14, n. 1, p. 16-25,
- Filev, D.; Yager, R** (1994).; Learning OWA operator weights from data, Fuzzy Systems, *IEEE World Congress on Computational Intelligence., Proceedings of the Third IEEE Conference* vol.1, 26-29 pp.468-473 Jun 1994
- Gomes, E., Mello, J.e Mangabeira, J.**(2009) *Avaliação de desempenho de agricultores familiares com o método multicritério de Copeland*. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v. 1, n. 3, p. 159-168. 2009
- Gomes Júnior, S. Mello, J., Mello, M.,** (2008) Utilização do método de Copeland para avaliação dos pólos regionais do CEDERJ. Rio’s International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management, Vol. 2 (1), pp 87-98.
- Leyva-lópez, J. Fernandez-Gonzales, E..** (2003). A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology. *European Journal of Operational Research*, vol 148 pp 14-27 .
- Levino, N., Morais, D;** (2010) *Tomada de decisão em comitês de bacias hidrográficas, uma proposta para estruturação e avaliação de problemas*. Anais XLII SBPO. Bento Gonçalves
- Li W., Cui W., Chen Y., Fu Y.,** (2008), A group decision-making model for multi-criteria supplier selection in the presence of ordinal data *Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008. IEEE/SOLI 2008. IEEE International Conference on .*, vol.2, no., pp.1686-1690, 12-15
- Mello, M., Quintella, H. ; Mello, J** (2004). *Avaliação do desempenho de alunos considerando classificações obtidas e opiniões dos docentes*. Investigaçã Operacional, 24 (2), 187-196.
- Mello, J., Gomes, L., Gomes, E., Mello, M.** (2005) Use of ordinal multi-criteria metho
- Merigó, J.,** (2009) On the Use of the OWA Operator in the Weighted Average and its Application in Decision Making. *Proceedings of the World Congress on Engineering* Vol 1. 2009
- Nutt, P.** (1998) Evaluating alternatives to make strategic choices. *Omega*, Vol 26. Issue 3, 1. pp 333-354 June
- Okur, A., Nasibov, E., Kiliç, M, Yavuz, M.,** (2008) Using OWA aggregation technique in QFD: a case study. *Quality & Quantity*. Vol 43. N. 6. pp 999-1009.
- O’leary, D.** (2010) The Emergence of Individual Knowledge in a Group Setting: Mitigating Cognitive Fallacies. *Group decision and negotiation*. Vol. 19. N 5. Netherlands
- Paladini, E.;**(2000) *Gestão da qualidade*. São Paulo. Ed Atlas.
- Pidd, M.**(1998) *Modelagem empresarial: Ferramenta para tomada de decisão*. Ed. Arte médica. Porto Alegre
- Raiffa, H.** (1982) *The art and science of negotiation*. The Belknap Press of Harvard University Press. s.l.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R.;** (2002) *Administração da produção*. 2ed. Ed. Atlas ds in the analysis of the Formula 1 World Championship. *Cadernos EBAP.BR*, Vol 3 (2), PP 1-8
- Torra, V.** (1997) ; The weighted OWA operator. *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 12: pp 153–166.
- Vollmann, T., Berry, Whybark, C.** (2006) *Sistemas de Planejamento e Controle da Produção*. São Paulo: Ed. Bookman.
- Xu, Z., Chen, J.**(2008) Ordered weighted distance measure. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. Vol17, N.4,



**Yagger, R.**(1998) ; *On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. IEEE Transactons on systems, man ad cybernetics.* Vol 18. N 1

**Yagger, R.** (2009); Prioritized OWA aggregation *Fuzzy optimization and decision making* Vol 8 pp 245-262.

Yevseyeva I., Miettinen K., Rasanen P.(2008) Verbal ordinal classification with multicriteria decision aiding, *European Journal of Operational Research.* Vol 185. Issue 3. pp 964-983,

**Zarghami M., Szidarovszky F., Ardakanian R.** (2008); Sensitivity Analysis of the OWA Operator *IEEE transactions on systems, man and cybernetics* — Part B: Cybernetics, vol. 38, NO. 2, APRIL