

Classificação ABC de produtos perecíveis utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada LPA2v

René A. Santa Cruz R. (UDESC) adolfo.rodriguez@udesc.br

Resumo:

A curva ABC é uma ferramenta muito utilizada na classificação de estoques baseada nas quantidades e valor monetário dos itens. É essencialmente uma análise “monocritério” para separar unidades de maior importância ou impacto. A classificação de itens extremamente sensíveis e com prazo de vencimento determinado é complexa toda vez que é necessário considerar de forma simultânea vários critérios que pela sua heterogeneidade podem acarretar situações de contradição. À vista disso, é necessário considerar um modelo de classificação de itens perecíveis que seja capaz de agregar múltiplos critérios, mesmo em presença de possíveis situações contraditórias. O presente artigo apresenta a formulação de um modelo de classificação de itens perecíveis, segundo a abordagem multicritério, baseada na lógica paraconsistente anotada de dois valores para agregar as avaliações de um painel de decisores. A aplicabilidade do modelo proposto é verificada através de um exemplo hipotético desenvolvido para a classificação de três itens perecíveis usando quatro critérios e um painel de especialistas. A análise dos resultados é feita considerando itens com determinadas especificidades e diferentes pesos dos múltiplos critérios utilizados na classificação.

Palavras chave: Estoques, Lógica Paraconsistente, Classificação ABC, Itens perecíveis.

ABC classification of perishable products using Annotated Paraconsistet Logic LPV2v

Abstract:

ABC curve is a widely used tool in stock classification based on the quantities and monetary value of the items. It is essentially a "mono criteria" analysis to separate units of greater importance or impact. The classification of extremely sensitive items with a given maturity is complex since it is necessary to consider simultaneously several criteria that, due to their heterogeneity, can lead to contradictory situations. In view of this, it is necessary to consider a classification model of perishable items that is capable of adding multiple criteria, even in the presence of possible contradictory situations. The present article presents the formulation of a classification model of perishable items, according to the multiple criteria approach, based on the annotated paraconsistent logic of two values to aggregate the evaluations of a panel of decision makers. The applicability of the proposed model is verified through a hypothetical example developed for the classification of three perishable items using four criteria and a panel of experts. The analysis of the results is made considering items with certain specificities and different multiple criteria weights used in the classification.

Key-words: Stocks, Paraconsistent Logic, ABC classification, Perishable items.

1. Introdução

A adequada gestão de estoques (GE) procura garantir que um item esteja disponível para o

consumidor no tempo certo, na quantidade e qualidade estabelecida. Quando os produtos são perecíveis, isto é, itens extremamente sensíveis e com prazo de vencimento determinado a GE é muito mais complexa. As indústrias que produzem produtos perecíveis precisam adotar especial atenção no controle adequado dos seus estoques para evitar perdas e preservar as condições de qualidade para sua comercialização. Além das características intrínsecas dos produtos perecíveis, outros fatores influenciam no controle dos estoques, por citar alguns: a complexidade do processo, o constante desenvolvimento da tecnologia, a logística necessária, a movimentação e armazenagem, a diversificação da oferta e da demanda, a dinâmica nas preferências dos consumidores, o cumprimento de normas e regulamentações, entre outros.

No entendimento de Ballou (2006) os estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados em vários pontos do canal de produção e logística das organizações produtivas. As razões para manter esses estoques estão relacionadas com o serviço ao cliente e o custeio de economias indiretamente derivadas desse serviço. Não obstante desde a década dos anos setenta a tendência na gestão dos estoques tem sido a redução dos níveis de acumulações com o desenvolvimento da estratégia enxuta na administração e controle, isto é, a redução ou eliminação de todo tipo de estoque ao longo da cadeia produtiva, existem ainda motivos que justificam a presença dessas acumulações. Segundo Corrêa e Corrêa (2012) são várias as razões para o surgimento e manutenção de estoques sendo as principais a falta de coordenação entre as fases de transformação, a incerteza de previsões, atividades de especulação com níveis de estoques, e a necessidade e preencher o canal de distribuição.

Com adequadas políticas de estoques é possível proporcionar determinada flexibilidade ao processo quando utilizados como amortecedores, estoques desnecessários afetam consideravelmente a estrutura financeira da organização. Conforme Dhoka e Choudary (2015) a sustentabilidade das empresas de hoje depende muito da variedade de produtos e isso aumenta o desafio em termos de planejamento, aquisição, armazenamento, distribuição e venda de bens.

A classificação de estoques obedecendo ao princípio de Pareto 20-80 tem sido uma das principais ferramentas utilizadas para facilitar o planejamento e administração dos estoques. O princípio de Pareto foi aplicado na classificação de estoques para dividir os itens em três categorias, a saber, os do tipo A considerados de extraordinária importância, os do tipo B de importância média, e os do tipo C muito pouco importantes (SIPPER; BULFIN, 1998). De forma análoga, a classificação na tipologia XYZ baseada na criticidade dos itens do estoque obedece ao mesmo princípio.

Assim sendo, na abordagem ABC clássica os itens são avaliados considerando a quantidade e os seus valores unitários, isto é, uma análise “monocritério” que não leva em consideração de forma simultânea outros elementos de decisão que podem ser fundamentais para a gestão de estoques. De acordo com Ghorabae et al. (2015) o procedimento de classificação ABC tem uma deficiência que pode levar à ineficácia da análise em algumas situações, por exemplo, itens com longos prazos de entrega podem ser classificados como sendo do tipo C com o risco de ruptura de estoque e consequentemente a interrupção do processo de produção.

De outra parte a gestão de produtos perecíveis é muito mais complexa. Itens que apresentam rápida deterioração ou degradação em condições ambientais precisam de cuidados redobrados seja na fase de produção, armazenagem, acondicionamento, transporte, manuseio, exposição, isto é, em todas as etapas pelas quais o item passa até chegar ao consumidor final. Consequentemente a classificação de itens extremamente sensíveis e com prazo de vencimento determinado também é complexa toda vez que é necessário considerar na

realidade e de forma simultânea múltiplos critérios que pela sua heterogeneidade podem acarretar a presença de situações contraditórias.

Assim sendo, este trabalho tem como objetivo aplicar a abordagem multicritério sob condições de incerteza e contradição utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada de dois valores LPA2v na classificação ABC de estoques de produtos perecíveis. Para cumprir com esse objetivo, o restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta uma revisão bibliográfica; já a Seção 3 se refere ao método e procedimentos; os resultados e a discussão são expostos na Seção 4 e, por fim, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais.

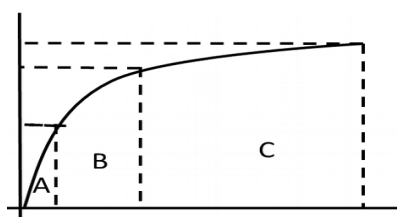
2. Referencial teórico

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos utilizados na elaboração desta pesquisa, quais sejam, o modelo de classificação de estoques ABC, a Abordagem Multicritério e a Lógica Paraconsistente Anotada de dois Valores.

2.1 Classificação de estoques

A gestão de estoques ao longo da cadeia de suprimentos é essencial para a administração eficiente dos recursos nas organizações ao lidar com níveis variáveis em termos de quantidade e qualidade de itens. Uma das técnicas mais utilizadas para classificar essas unidades é o princípio de Pareto. A classificação de itens em três categorias A, B, e C foi utilizado na General Electric na década dos anos 50 com base nos estudos de Vilfredo Pareto, que de forma empírica tinha constatado que 20% das pessoas detinham 80% da riqueza e que de 5 a 20% de todos os itens representavam 55 a 65% do volume total em valor, 20 a 30% de todos os itens representavam 20 a 40% do volume total em valor, e os restantes 50 a 75% de todos os itens eram responsáveis por apenas 5 a 25% do valor (GUVENIR; EREL, 1998; DHOKA; CHOUDARY, 2013).

Assim sendo, a técnica de classificação de estoques seguindo a curva ABC permite selecionar itens em três classes baseados geralmente no seu valor anual de uso como se mostra na Figura 1. Outros critérios podem ser utilizados contanto que seja de forma independente. É em essência uma abordagem “monocritério”.



Fonte: Produção do autor, 2017
Figura 1 – Classificação de Pareto

Com base na técnica de classificação ABC, vários estudos na literatura apresentam propostas de agregação de mais de um critério no entendimento de que a administração de estoques utilizando dois ou mais critérios de forma conjunta é mais próxima da realidade (FLORES; WHYBARK, 1988, apud GUVENIR; EREL, 1998).

2.2 Abordagem multicritério

Na análise de uma situação complexa a modelagem multicritério do processo de tomada de decisão envolve dois ou mais dimensões em paralelo. Desde a década dos anos 60 vários

métodos de análise de decisão multicritério (MCDA) foram propostos na literatura. No entendimento de Velasquez e Hester (2013) esses modelos multicritério podem ser tipificados em onze categorias, a saber, Teoria da Utilidade Multiatributo, Processo de Análise Hierárquico, Teoria dos Conjuntos Nebulosos, Raciocínio baseado em Casos, Análise por Envoltória de Dados, Técnica de Rateio Multi Atributo, Programação por Objetivos, Método Electre, Método Promethee, Ponderação Aditiva, e Técnica de Ordenamento de Preferências por Semelhança à Solução Ideal.

Nos modelos multicritério a agregação das dimensões qualitativas e quantitativas de forma simultânea é feita utilizando várias técnicas, por exemplo, relações de natureza estatística, modelo de relacionamento hierárquico utilizando o modelo AHP proposto por Saaty e no caso de redes hierárquicas o modelo ANP (KIRIS, 2013), modelos baseados em algoritmos genéticos com resultados similares aos obtidos com o modelo AHP, modelos que usam a lógica nebulosa como instrumento de agregação em condições de incerteza, redes neurais artificiais, programação linear e não linear ponderada (HATEFI; TORABI, 2015), e modelos híbridos (LI; LI; CHEN, 2013) utilizando mais de uma técnica (REZAEI; DOWLATSHAHI, 2010). Não todos os critérios no modelo de agregação tem comportamento determinístico, situação que é muito mais complexa em condições sob incerteza e contradição. Não obstante, os modelos multicritério com base no AHP ou Fuzzy Logic podem em algum grau equacionar estas características (KABIR; HASIN, 2012). A presença de inconsistências e elementos de contradição no conjunto de critérios pode ser analisada utilizando métodos baseados nas teorias de lógica não clássica.

Diversos estudos têm sido publicados na literatura seguindo uma abordagem multicritério de classificação ABC de estoques (TORABI; HATEFI; SALECK, 2012). Variados modelos matemáticos foram desenvolvidos utilizando Fuzzy Logic, Algoritmos genéticos, heurísticas, meta-heurísticas, programação linear, programação multiobjetivo, análise hierárquico AHP, redes de análise hierárquico ANP, modelos híbridos, entre outros. Em todos esses modelos um conjunto de critérios qualitativos e quantitativos foi utilizado para a classificação de estoques, e dadas as suas próprias características, critérios de dimensões diferentes foram consideradas com certo grau de intensidade diferenciada em relação ao impacto no resultado da classificação. Este comportamento na formulação dos modelos é implícito ao tipo de modelagem ou ferramenta de análise e à natureza da informação disponível.

Recentemente, Hua e Jing (2014) apresentaram um enfoque diferente da abordagem clássica na classificação de produtos agrícolas frescos baseado na curva ABC e o método de múltiplos atributos. Assim, os produtos são inicialmente classificados em três grupos A, B e C. Na segunda etapa o foco é no primeiro grupo, isto é, os produtos do tipo A que são os que precisam de maior capital. Em uma terceira etapa, um grupo de especialistas classifica os produtos do tipo A em cinco tipos apoiado em 4 atributos, quais sejam, meios de armazenagem, nível de estoque, sazonalidade e disponibilidade.

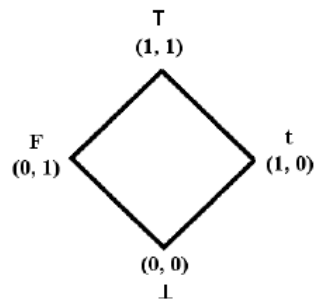
2.3 Lógica Paraconsistente Anotada

A diferença da lógica clássica que privilegia um sistema livre de contradições, a Lógica Paraconsistente admite o tratamento de elementos contraditórios na sua estrutura teórica (DA SILVA FILHO, 2012). Foi desenvolvida a partir dos trabalhos apresentados por Lukasiewicz e Vasil'ev em 1910 e Jaskowski em 1948, posteriormente Newton A. da Costa nos anos sessenta e setenta contribuiu à formalização da Lógica Paraconsistente Anotada (DILL; DA COSTA; SANTOS, 2014).

Na Lógica Paraconsistente Anotada de dois valores LPA2V o estado lógico de uma proposição é obtido através dos valores (μ, ϕ) onde μ representa o grau de crença ou de

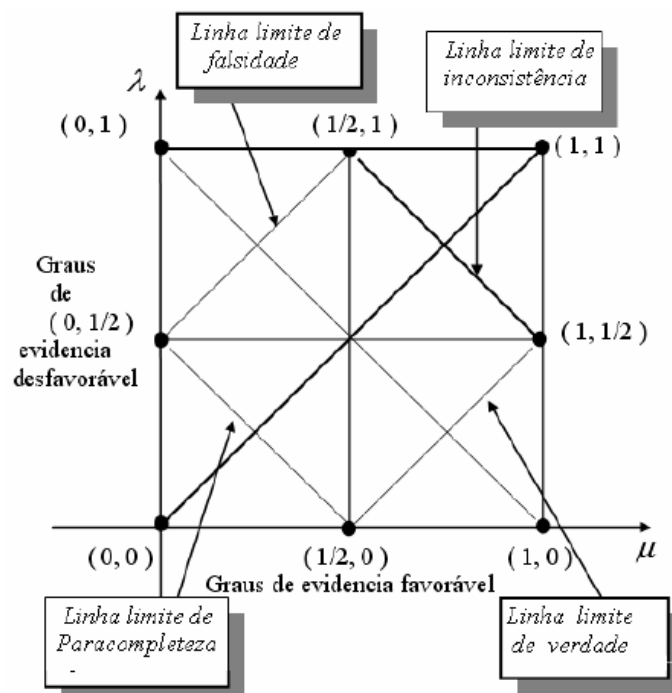
evidência favorável, e ϕ o grau de descrença ou evidência desfavorável da proposição com referência ao objeto de análise. Assim, podem-se estimar os estados lógicos extremos dos graus de crença e descrença mediante a representação de (μ, ϕ) no espaço do produto cartesiano $[0,1; 0,1]$ (DA SILVA FILHO et al., 2011).

A Figura 2 mostra o quadro unitário do plano cartesiano (QUPC) para a LPA2V com os quatro estados básicos: T(1,1) inconsistente, V(1,0) verdadeiro, F(0,1) falso e I(0,0) indeterminado.



Fonte: DA SILVA FILHO, 2012
Figura – 2 Espaço associado a LPV2V

No entendimento de Da Silva Filho (2006) o QUPC pode ser dividido em várias regiões em função das características do problema ou aplicação. Assim sendo, o QUPC de resolução com 12 regiões (ver Figura 3) apresenta quatro estados extremos e oito não extremos apontados na Tabela 1.



Fonte: DA SILVA FILHO, 2006
Figura – 3 QUPC com 12 regiões

Isto posto, a análise do espaço reticular permite constatar que as regiões verdadeiras representam evidência favorável máxima e nenhuma evidência contrária indicando a conclusão favorável à decisão, e na região falsa nenhuma evidência favorável, ou seja, mostra

a inviabilidade nas conclusões. As regiões inconsistentes representam conclusões de evidência favorável máxima ou contrária máxima, e as denominadas “paracompletas” não têm evidência favorável ou contrária o que mostra que não há evidências para a tomada de decisão.

Estados extremos	Estados não extremos
Falso	Paracompleto tendo ao falso
Verdadeiro	Paracompleto tendo ao verdadeiro
Inconsistente	Inconsistente tendo ao falso
Paracompleto	Inconsistente tendo ao verdadeiro
	Quase verdadeiro tendo ao inconsistente
	Quase falso tendo ao inconsistente
	Quase falso tendo ao paracompleto
	Quase verdadeiro tendo ao paracompleto

Fonte: Adaptado de Da Silva Filho (2006)

Tabela 1 – Estados do QUPC com 12 regiões

3. Método e Procedimento

O presente trabalho de pesquisa teórico-conceitual pode ser caracterizado como quantitativa e exploratória em razão da análise de variáveis com ênfase no raciocínio dedutivo, interpretação de percepções e juízos de valor (MIGUEL, 2012; GIL, 2007).

Quanto ao procedimento na formulação e desenvolvimento do modelo proposto, foram adaptadas as seguintes etapas metodológicas da análise paraconsistente anotada evidencial apresentada em De Carvalho et al. (2003):

- a) constituição do painel de especialistas (atores envolvidos do processo de decisão);
- b) identificação e seleção de critérios utilizados na classificação de produtos perecíveis e caracterização dos seus principais atributos;
- c) fixação do nível de exigência para a tomada de decisão, isto é, estabelecer o mínimo valor de evidência ou grau favorável à classificação de produtos;
- d) construção da base de dados baseada nos valores de evidência favorável e contrária das opiniões dos especialistas para cada atributo do conjunto de critérios;
- e) agregação das evidências favoráveis e contrárias utilizando operadores lógicos *AND* e *OR*;
- f) cálculo das evidências favoráveis e contrárias resultantes dos critérios;
- g) obtenção das evidências favoráveis e contrárias do baricentro baseado nos pesos dos critérios que foram atribuídos pelos especialistas.

A aplicação do modelo proposto no contexto da classificação de produtos perecíveis foi ilustrada através de um exemplo hipotético utilizando alguns dos critérios apresentados na análise de Hua e Jing (2014). A técnica de simulação Montecarlo foi utilizada como ferramenta de apoio na etapa de construção da base de dados.

4. Resultados e discussões

No exemplo de aplicação do modelo proposto levou-se em consideração a constituição de um painel de 4 decisores. Os critérios para a análise foram assim determinados: o custo ou preço unitário do produto perecível; a demanda ou volume médio por período; o lead time médio e o grau de criticidade XYZ de cada item. A Tabela 2 mostra os critérios com os seus respectivos atributos.

Critério	Atributo	Critério	Atributo
C1: Custo / Preço unitário	Alto Médio Baixo	C3:Lead Time	Alto Baixo
C2: Volume / Demanda	Alto Médio Baixo	C4:Críticidade	Muito – Z Relativo - Y Pouco - X

Fonte: o autor, 2017

Tabela 2 – Critérios e atributos utilizados no modelo de classificação

O nível de exigência foi fixado em 0,50, isto é, a especificação de um determinado item como do tipo A, B ou C ocorre quando a evidência favorável ou contrária resultante parcial e do baricentro for no mínimo 50%. A Figura 4 mostra o QUPC com esta regra de decisão.

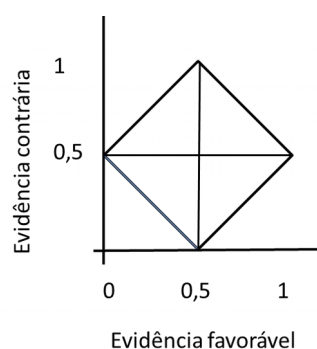
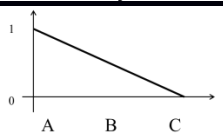
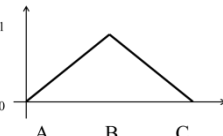
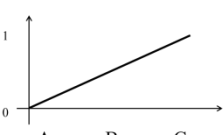


Figura – 4 Regra de decisão para o nível de exigência

A base de dados foi construída com auxílio da técnica de simulação Montecarlo a partir de funções referenciais de graus de certeza dos atributos para cada grupo de itens. A agregação das evidências favorável (a) e desfavorável (b) foi considerada igual à unidade, condição não necessariamente obrigatória na análise. A Tabela 3 mostra estas funções com os seus respectivos valores de (a;b).

Atributo	Função	Evidências (a,b)
Alto		A(1;0), B(0,5;0,5), C(0;1)
Médio / relativo		A(0;1), B(1;0), C(0;1)
Baixo / pouco		A(0;1), B(0,5;0,5), C(1;0)

Fonte: o autor, 2017

Tabela 3 – Funções base das evidências favorável e desfavorável

A Figura 5 mostra a base de dados simulada para os especialistas (E1,E2,E3,E4). Na segunda coluna foram especificados os pesos de cada critério (P1,P2, P3,P4) para estabelecer o grau de

importância na classificação dos estoques. Na agregação das preferências foram considerados dois grupos de decisores, o primeiro G1(E1,E2) formado por E1 e E2, e o segundo G2(E3,E4) por E3 e E4.

				E1						E2						E3						E4					
				A		B		C		A		B		C		A		B		C		A		B		C	
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
Preço / custo unitário	P1	Alto	0,99	0,01	0,53	0,47	0,07	0,93	1,00	0,00	0,50	0,50	0,08	0,92	0,94	0,06	0,45	0,55	0,08	0,92	0,94	0,06	0,54	0,02	0,98		
		Médio	0,06	0,94	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,93	0,07	0,02	0,98	0,10	0,90	0,91	0,09	0,02	0,98	0,02	0,98	0,05	0,00	1,00		
		Baixo	0,01	0,99	0,53	0,47	0,99	0,01	0,04	0,96	0,49	0,51	0,90	0,10	0,01	0,99	0,52	0,48	0,97	0,03	0,08	0,92	0,49	0,93	0,07		
Volume / demanda	P2	Alto	0,90	0,10	0,52	0,48	0,00	1,00	0,94	0,06	0,50	0,50	0,08	0,92	0,98	0,02	0,55	0,45	0,09	0,91	0,91	0,09	0,49	0,09	0,91		
		Médio	0,04	0,96	0,94	0,06	0,09	0,91	0,04	0,96	0,99	0,01	0,02	0,98	0,07	0,93	0,94	0,06	0,02	0,98	0,10	0,90	0,09	0,00	1,00		
		Baixo	0,06	0,94	0,48	0,52	0,93	0,07	0,08	0,92	0,51	0,49	0,94	0,06	0,09	0,91	0,55	0,45	0,93	0,07	0,09	0,91	0,48	1,00	0,00		
Lead time	P3	Alto	0,92	0,08	0,52	0,48	0,01	0,99	0,94	0,06	0,45	0,55	0,07	0,93	0,97	0,03	0,50	0,50	0,04	0,96	0,98	0,02	0,53	0,00	1,00		
		Baixo	0,00	1,00	0,47	0,53	0,97	0,03	0,00	1,00	0,51	0,49	0,93	0,07	0,04	0,96	0,54	0,46	0,91	0,09	0,08	0,92	0,52	0,96	0,04		
		Muito	0,93	0,07	0,45	0,55	0,09	0,91	0,93	0,07	0,53	0,47	0,08	0,92	0,93	0,07	0,53	0,47	0,01	0,99	1,00	0,00	0,48	0,08	0,92		
Criticidade	P4	Relativo	0,00	1,00	0,97	0,03	0,01	0,99	0,00	1,00	0,92	0,08	0,01	0,99	0,09	0,91	1,00	0,00	0,02	0,98	0,02	0,98	0,10	0,03	0,97		
		Pouco	0,04	0,96	0,52	0,48	0,98	0,02	0,02	0,98	0,45	0,55	0,91	0,09	0,10	0,90	0,45	0,55	0,95	0,05	0,00	1,00	0,52	0,97	0,03		

Fonte: o autor, 2017

Figura – 5 Base de dados de evidências favoráveis e contrárias

Com o objetivo de mostrar a aplicabilidade do modelo proposto a análise foi realizada considerando 3 itens perecíveis com características particulares (ver Tabela 4). A especificação dos atributos pode ser feita usando como referência a normalização dos dados de todos os itens e critérios.

Item	Características
I1	Produto com alta demanda, custo alto, alto lead time e criticidade do tipo Z
I2	Produto com custo alto, pouca demanda, baixo lead time e criticidade do tipo Y
I3	Produto com custo alto, pouca demanda, alto lead time e criticidade do tipo X

Fonte: o autor 2017

Tabela 4 – Características dos itens analisados

Na análise do primeiro item (I1), os critérios foram considerados com o mesmo peso (ver Figura 6). O cálculo dos graus de certeza apontaram resultados superiores ao nível de exigência estabelecido em 50% para o baricentro bem como para todos os critérios. Assim sendo, o produto pode ser classificado como do tipo A visto que todas as evidências são favoráveis a essa decisão. Já para a classificação do tipo B o resultado da análise não foi conclusivo, isto é, os cálculos mostraram que não há evidência favorável nem contrária para considerar o produto como do tipo B. De maneira oposta, os resultados mostraram que o produto não pode ser classificado como do tipo C uma vez que todas as evidências são desfavoráveis no o baricentro e em todos seus critérios.

A Figura 7 mostra os resultados da análise do segundo item. O grau de criticidade do produto foi considerado como o critério de maior importância na classificação. Os graus de certeza mostraram que o produto pode ser classificado como do tipo B, toda vez que o critério de maior importância apresenta evidência favorável, e não conclusiva nos outros três critérios. Como a criticidade foi considerado o critério principal, o resultado do baricentro apontou evidência favorável à classificação do item no grupo B. Assim mesmo, os resultados mostraram que este item não pode ser classificado como do tipo A porque as evidências resultantes sob todos os critérios se revelaram desfavoráveis. Já os resultados na classificação do tipo C indicaram que este produto não tem evidência favorável nem contrária pra essa decisão, isto é, não foi possível concluir que o produto seja classificado como do tipo C.

Resultado da pesquisa

TIPO	A		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,25	Alto	0,99	0,01	1,00	0,00	0,94	0,06	0,94	0,06	0,93	-0,05	Favorável
Volume / demanda	0,25	Alto	0,90	0,10	0,94	0,06	0,98	0,02	0,91	0,09	0,85	0,03	Favorável
Lead time	0,25	Alto	0,92	0,08	0,94	0,06	0,97	0,03	0,98	0,02	0,91	-0,03	Favorável
Criticidade	0,25	Muito	0,93	0,07	0,93	0,07	0,93	0,07	1,00	0,00	0,86	0	Favorável

Baricentro 0,888 -0,013 **Favorável**

TIPO	B		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,25	Alto	0,53	0,47	0,50	0,50	0,45	0,55	0,46	0,54	-0,04	-0,04	Não Conclusivo
Volume / demanda	0,25	Alto	0,52	0,48	0,50	0,50	0,55	0,45	0,51	0,49	0,03	0,01	Não Conclusivo
Lead time	0,25	Alto	0,52	0,48	0,45	0,55	0,50	0,45	0,47	0,52	-0,02	0,02	Não Conclusivo
Criticidade	0,25	Muito	0,45	0,55	0,53	0,47	0,53	0,47	0,52	0,48	0,05	0,01	Não Conclusivo

Baricentro 0,005 0 **Não Conclusivo**

TIPO	C		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,25	Alto	0,07	0,93	0,08	0,92	0,08	0,92	0,02	0,98	-0,85	0,01	Desfavorável
Volume / demanda	0,25	Alto	0,00	1,00	0,08	0,92	0,09	0,91	0,09	0,91	-0,83	-0,01	Desfavorável
Lead time	0,25	Alto	0,01	0,99	0,07	0,93	0,04	0,96	0,00	1,00	-0,95	0,03	Desfavorável
Criticidade	0,25	Muito	0,09	0,91	0,08	0,92	0,01	0,99	0,08	0,92	-0,84	0	Desfavorável

Baricentro -0,868 0,0075 **Desfavorável**

Fonte: o autor, 2017

Figura – 6 Análise do primeiro produto (I1)

TIPO	A		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,1	Alto	0,92	0,08	0,96	0,04	0,91	0,09	0,96	0,04	0,88	0,04	Favorável
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,10	0,90	0,00	1,00	0,04	0,96	0,03	0,97	-0,93	0,01	Favorável
Lead time	0,2	Baixo	0,05	0,95	0,07	0,93	0,05	0,95	0,04	0,96	-0,9	0	Favorável
Criticidade	0,6	Relativo	0,01	0,99	0,04	0,96	0,07	0,93	0,00	1,00	-0,95	0,03	Desfavorável

Baricentro -0,755 0,023 **Desfavorável**

TIPO	B		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,1	Alto	0,55	0,45	0,50	0,50	0,47	0,53	0,48	0,52	-0,02	-0,02	Não Conclusivo
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,53	0,47	0,54	0,46	0,45	0,55	0,53	0,47	0,06	0	Não Conclusivo
Lead time	0,2	Baixo	0,45	0,55	0,47	0,53	0,46	0,54	0,55	0,53	-0,07	0,01	Não Conclusivo
Criticidade	0,6	Relativo	0,95	0,05	0,95	0,05	0,99	0,01	0,97	0,03	0,92	-0,02	Favorável

Baricentro 0,542 -0,012 **Favorável**

TIPO	C		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,1	Alto	0,03	0,97	0,07	0,93	0,04	0,96	0,01	0,99	-0,93	0,01	Desfavorável
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,93	0,07	0,95	0,05	0,95	0,05	0,98	0,02	0,9	0	Desfavorável
Lead time	0,2	Baixo	0,91	0,09	0,96	0,04	0,97	0,03	0,99	0,01	0,93	-0,01	Desfavorável
Criticidade	0,6	Relativo	0,04	0,96	0,06	0,94	0,00	1,00	0,00	1,00	-0,96	-0,04	Desfavorável

Baricentro -0,393 -0,025 **Não Conclusivo**

Fonte: o autor, 2017.

Figura – 7 Análise do segundo produto (I2)

Da mesma maneira a Figura 8 mostra os resultados da análise do terceiro item. A classificação do produto perecível não foi conclusiva para nenhuma das três situações possíveis A, B ou C, isto é, não foi possível identificar evidências favoráveis nem contraditórias que permitam a formalização da classificação. Assim sendo, os resultados mostraram que este item precisa ser novamente avaliado para reduzir o grau de contradição nos julgamentos dos decisores.

TIPO	A		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,2	Alto	0,92	0,08	0,96	0,04	0,91	0,09	0,96	0,04	0,88	0,04	Favorável
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,10	0,90	0,00	1,00	0,04	0,96	0,03	0,97	-0,93	0,01	Favorável
Lead time	0,3	Alto	0,95	0,05	0,96	0,04	1,00	0,00	0,97	0,03	0,93	-0,01	Favorável
Criticidade	0,4	Pouco	0,07	0,93	0,05	0,95	0,02	0,98	0,00	1,00	-0,93	-0,03	Desfavorável

Baricentro -0,01 -0,006 **Não Conclusivo**

TIPO	B		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,2	Alto	0,55	0,45	0,50	0,50	0,47	0,53	0,48	0,52	-0,02	-0,02	Não Conclusivo
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,53	0,47	0,54	0,46	0,45	0,55	0,53	0,47	0,06	0	Não Conclusivo
Lead time	0,3	Alto	0,53	0,47	0,55	0,45	0,46	0,55	0,52	0,45	0,05	-0,01	Não Conclusivo
Criticidade	0,4	Pouco	0,49	0,51	0,47	0,53	0,47	0,53	0,52	0,48	-0,04	0,02	Não Conclusivo

Baricentro 0,001 0,001 **Não Conclusivo**

TIPO	C		E1		E2		E3		E4		Conclusão		
Critério	Peso	Atributo	a	b	a	b	a	b	a	b	Hcert	Gcont	Decisão
Preço / custo unitário	0,2	Alto	0,03	0,97	0,07	0,93	0,04	0,96	0,01	0,99	-0,93	0,01	Desfavorável
Volume / demanda	0,1	Baixo	0,93	0,07	0,95	0,05	0,95	0,05	0,98	0,02	0,9	0	Desfavorável
Lead time	0,3	Alto	0,05	0,95	0,01	0,99	0,05	0,95	0,07	0,93	-0,9	0	Desfavorável
Criticidade	0,4	Pouco	0,94	0,06	0,90	0,10	0,99	0,01	0,90	0,10	0,84	0,04	Favorável

Baricentro -0,03 0,018 **Não Conclusivo**

Figura – 8 Análise do terceiro produto (I3)

Por fim, na Tabela 5 se apresentam os resultados da classificação de três produtos perecíveis utilizando a análise paraconsistente.

Item	Classificação
I1	A
I2	B
I3	Não conclusivo

Fonte: o autor 2017

Tabela 5 – Resultado final

5. Considerações finais

O presente artigo mostrou a aplicação da lógica paraconsistente anota de dois valores na classificação ABC de produtos perecíveis. Considerando as características e especificidades de itens sujeitos a deterioração e/ou decomposição acelerada, a classificação em grupos do tipo ABC é uma tarefa complexa toda vez que a decisão envolve, além do valor econômico dos itens, vários outros critérios no processo de decisão, quais sejam: as condições de manuseio e transporte, a demanda de produtos, o grau de criticidade, e o lead time, entre outros.

A avaliação de um item sob vários pontos de vista pode gerar possíveis cenários de contradição dificultando desta maneira o processo de decisão. Entretanto a pesquisa mostrou

que a abordagem multicritério através da análise paraconsistente possibilita trabalhar com níveis de contradição auxiliando de esta maneira ao processo de decisão na classificação de produtos perecíveis com base nos juízos de valor de um painel de decisores (especialistas).

Um exemplo de aplicação do modelo usando simulação permitiu mostrar as etapas de classificação de produtos perecíveis. Quanto aos resultados, o trabalho mostrou que um determinado item pode apresentar evidências favoráveis, contrárias ou não conclusivas quando ele é associado a um tipo de estoque seja A, B ou C. Contudo o cálculo do baricentro permitiu auferir a decisão final agregando todos os critérios com base nos pesos atribuídos aos critérios pelos participantes do processo de classificação.

Referências

BALLOU, Ronald. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DA SILVA FILHO, João et al. *Paraconsistent Algorithm Extrator of Contradiction Effects – ParaExtr*. J. Software Engineering & Applications, No. 4, p. 579-584, 2011.

DA SILVA FILHO, João. *Treatment of Uncertainties with Algorithms of Paraconsistent Annotated Logic*. Journal of Intelligent Learning Systems and Applications, 4, p. 144-153, 2012.

DA SILVA FILHO, João. *Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotações com dois valores – LPA2v*. Revista Seleção Documental, 1, 2006.

DE CARVALHO, Fabio; BRUSHTEIN, Israel; ABE, Jair. *Um estudo de tomada de decisão baseado em Lógica Paraconsistente Anotada: avaliação do projeto de fábrica*. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, n.1, p. 47-62, 2003.

DHOKA, Dinesh; CHOUDARY, Lokeshwara, ABC Classification for Inventory Optimization. Journal of Business and Management, Vol.15, Issue 1, p. 38-41, 2013.

DHOKA, Dinesh; CHOUDARY, Lokeshwara. *Challenges with Multi-Dimensional Inventory Classification and Optimization*. Asian Social Science, Vol. 11, No. 4, 2015.

DILL, Rodrigo; DA COSTA, Newton; SANTOS, André. *Corporate Profitability Analysis: A Novel Application for Paraconsistent Logic*. Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, No. 26, p. 1271-1288, 2014.

GHORABAE, Keshavarz Mehdi; et al. *Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS)*. Informatica. Vol. 26, No. 3, p. 435-451, 2015.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUVENIR, Altay H.; EREL, Erda. *Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm*. European Journal of Operational Research, 105, p. 29-37, 1998.

HATEFI, S.; TORABI, A. *A Common Weight Linear Optimization Approach for Multicriteria ABC Inventory Classification*. Advances in Decision Sciences, 2015.

HUA, Jiang; Jing, Yang. *A multiple-attribute Classification Method on Fresh Agricultural Products*. Journal of Computes, 9, 10, 2014.

KABIR, Golan; HASIN, Akhtar A. *Multiple criteria inventory classification using fuzzy analytic hierarchy process*. International Journal of Industrial Engineering Computations, No. 3, p. 123-132, 2012.

KIRIS, S. *Multi-criteria inventory classification by using a fuzzy analytic network process (ANP) Approach*. Informatica, 24, p. 199-217, 2013.

LI, Bo; LI, Lianghao; CHEN, Ping. *Multi-Criteria ABC Method using Hybrid Heuristic Models*. Computer Modelling and New Technologies, Vol. 17, No. 4, p. 301-307, 2013.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (org). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPRO, 2012.

REZAEI, Jafar; DOWLATSHAHI, Shad. *A rule-based multi-criteria approach to inventory classification.* International Journal of Production Research, Vol. 48, No. 23, p. 7107–7126, 2010.

SIPPER, Daniel; BULFIN, Robert. *Planeación y control de la Producción.* Mexico: McGrawHill, 1998.

TORABI, A.; HATEFI, S.; SALECK, Pay. *ABC Inventory Classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria.* Computers & Industrial Engineering, No. 63, p. 530-537, 2012.

VELASQUEZ, Mark; HESTER, Patrick. *An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods.* International Journal of Operations Research, Vol. 10, No. 2, p. 56, 2013.