

Análise multicritério em gestão de estoques aplicada aos principais setores produtivos brasileiros

Társila Micaela Oliveira de Moura (Universidade Federal de São João del Rei - UFSJ) tah-moura@hotmail.com

Leandro Reis Muniz (Universidade Federal de São João del Rei - UFSJ) leandro.reis@ufsj.edu.br

Resumo:

A decisão de estocar ou não, envolve escolha entre ter baixos valores imobilizados em estoque e oportunidade de investir o capital ou arriscar não possuir o estoque para atendimento imediato ao cliente. Através de revisão de literatura, com mais de 30 publicações, foram identificados importantes critérios para auxílio na tomada de decisão de quais itens estocar e porquê estoca-los. O estudo reuniu 50 critérios, que tiveram sua aplicabilidade analisada em cinco setores produtivos brasileiros. Sendo 20 critérios aplicáveis na agricultura (soja, maior produção em toneladas), 21 na pecuária (abate bovino, maior valor de venda da produção), 23 na indústria extrativa mineral (minério de ferro, maior arrecadação no CFEM), 22 na construção civil, destaque na economia durante vários anos, e 26 na indústria de transformação (alimentos, maior participação no setor). Entretanto, 25 critérios selecionados não são adequados a nenhum desses setores. Por fim, apresentou-se as técnicas VED e *Cut Off Point* que são usadas para escolha dos critérios e redução do números dos mesmos para a decisão de estocagem. A primeira utiliza-se da classificação vital, essencial e desejável, sendo possível adotá-la em apenas 23 dos critérios pesquisados, enquanto a outra considera as necessidades da empresa por meio de médias ponderadas, portanto aplicada em qualquer critério em um primeiro momento. A análise multicritério para tomada de decisão mostra-se uma importante e viável alternativa na gestão de estoque por considerar as várias perspectivas internas e externas à empresa que afetam o processo no momento de optar ou não pela estocagem.

Palavras chave: Estoques, Decisão, Multicritérios.

Multicriteria analysis in inventory management applied to the main Brazilian productive sectors

Abstract

The decision to stock or not, involves choosing between having low values immobilized in stock and the opportunity to invest the capital or risk not having the stock for immediate customer service. Through a literature review, with more than 30 publications, important criteria were identified to aid in the decision making of which items to stock and why stocks them. The study gathered 50 criteria, which were applied in five Brazilian productive sectors. 20 of which are applicable to agriculture (soybean, higher production in tons), 21 in livestock (cattle slaughter, higher sales value of production), 23 in mining and quarrying (iron ore, higher collection in CFEM), 22 in construction, a highlight in the economy for several years, and 26 in the manufacturing industry (food, greater participation in the industry). However, 25 selected criteria are not suitable for any of these sectors. Finally, we presented the VED and *Cut Off Point* techniques that are used to select the criteria and reduce the numbers of the same for the decision of storage. The first one uses the vital, essential and desirable classification, being possible to adopt it in only 23 of the searched criteria, while the other considers the needs of the company through weighted averages, therefore applied in any criterion at first. The multicriteria analysis for

decision making is an important and viable alternative in inventory management considering the various perspectives internal and external to the company that affect the process when choosing whether or not to stock.

Key-words: Stocks, Decision, Multicriteria.

1. Introdução

O cenário empresarial tem se mostrado cada vez mais competitivo, seja em âmbito local, nacional ou internacional, devido à enorme quantidade e diversidade de produtos ofertados, agregado à demanda instável, exigindo das empresas uma constante busca por vantagens competitivas para se manter e destacar nesse mercado de incertezas. Nesse cenário, a preocupação com gestão de estoque tem se destacado, visto que envolve altas quantias financeiras, além de segundo Dias (2012), *apud* Alves (2017), ser indispensável para que o processo de produção e vendas das organizações atuem com o menor número de preocupações possíveis.

Gestão de estoque, conforme Vendrame (2008), *apud* De Oliveira (2011), constitui uma porção de ações que propiciam ao administrador apurar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles utilizam, bem manuseados e bem controlados. Para realizar uma gestão eficiente, deve-se conhecer os motivos pelos quais forma-se o estoque, ou seja, quais os critérios que tornam válida a armazenagem de determinado material.

Assim, esta pesquisa, teve como objetivo pesquisar e analisar criticamente o papel dos critérios de estocagem na tomada de decisão em gestão de estoques, ao fazer levantamento dos mais citados na literatura, sua aplicação nos setores brasileiros e métodos que auxiliam na sua seleção e classificação.

2. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica, revisão crítica e aplicação dos conceitos. As principais etapas foram:

- a) Pesquisa bibliográfica a respeito das melhores práticas concernentes aos procedimentos e técnicas para a tomada de decisões relacionadas a critérios de estocagem;
- b) Revisão crítica acompanhada da seleção e exclusão de critérios redundantes;
- c) Classificação dos critérios nos setores produtivos selecionados conforme resultado da pesquisa;
- d) Pesquisa do conceito e aplicabilidade dos métodos multicritérios VED e *Cut off Point*;
- e) Análise dos resultados.

3. Revisão de literatura

Segundo Roy (1996), *apud* Szajubok *et al.* (2006), chama-se critério uma “ferramenta” que permite comparar alternativas de acordo com um particular “eixo de significância” ou com um “ponto de vista”. Mais precisamente, um critério é uma função de valor real sobre um conjunto “A” de alternativas tal que permita comparar duas alternativas a e b, de acordo com um ponto de vista particular sobre uma base única entre dois números $g(a)$ e $g(b)$.

As publicações selecionados e analisados são boas, mas ainda limitadas, mostram o resultado de mais de uma década de pesquisas e retratam a aplicabilidade dos critérios em diversos cenários e setores: peças sobressalentes e de reposição, construção civil, indústria farmacêutica, fábrica de azulejos, hospital, entre outros. Os resultados alcançados estão expostos na Tabela 1:

Critérios de estocagem			
1	Problema de qualidade	26	Custos de adição do item ao sistema de gestão
2	Perda de Produção	27	Disponibilidade
3	Efeito dominó	28	Substituibilidade
4	Aspectos ambientais e de segurança	29	Capacidade de ser estocado
5	Número de componentes idênticos na planta	30	Processo de compra
6	Taxa de utilização / valor de uso	31	Acuracidade dos pedidos
7	Frequência / probabilidade de falha	32	Número de pedidos para o item em um ano
8	Volume de demanda / previsibilidade	33	Segurança do abastecimento
9	Data de validade	34	Capacidade do estoque
10	Redundância	35	Custo de ordenação
11	Preço / custo unitário médio	36	Custo de manutenção do inventário
12	Taxa de obsolescência	37	Seguros
13	Problemas de deteriorização	38	Colocação de capital
14	Lead time	39	Grau de relação ao core business
15	Possibilidade de reparação interna / custo	40	Fornecedor
16	Tempo mascarado	41	Custo de reposição
17	Peças padrão	42	Custo de oportunidade de capital
18	Criticidade / impacto da falta	43	Seguros
19	Confiabilidade do material	44	Custo de Frete
20	Ciclo de vida	45	Custo do Recebimento e inspeção
21	Peso	46	Custo de preparação de máquinas
22	Reparabilidade	47	Localização geográfica do fornecedor
23	Última data de utilização	48	Tempo de permanência em estoque
24	Durabilidade	49	Status atual do item
25	Custo de armazenagem do item	50	Uso de dólar anual

Fonte: Elaboração própria

Tabela 1 - Critérios de decisão

A Tabela 2 expõe os critérios conforme publicações em que são citados:

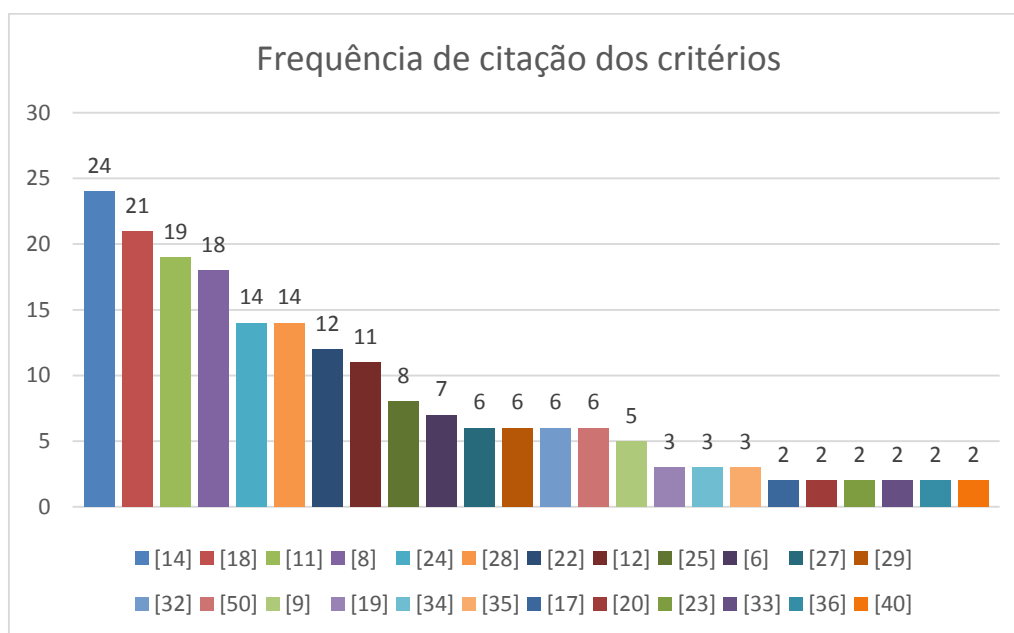
Publicações	Critérios citados
BACCHETTI <i>et al.</i> (2012)	[8], [11], [17], [18], [19], [20], [21], [22]
BOTTER <i>et al.</i> (2000)	[6], [11], [14], [18], [20], [22]
CHEN (2011)	[8], [11], [14], [18], [24], [28], [50]
CHEN <i>et al.</i> (2008)	[12], [14], [18], [22], [28], [50]
CHU <i>et al.</i> (2008)	[6], [12], [14], [18], [28], [49]
DOS SANTOS <i>et al.</i> (2006)	[8], [12], [14], [24], [28]
FIRMO (2015)	[6], [8], [11], [14], [18], [19], [48]
GUVENIR <i>et al.</i> (1998)	[11], [14], [22], [24], [28], [29], [32]
HADI-VCNCHH <i>et al.</i> (2011)	[6], [8], [9], [11], [12], [14], [18], [22], [24], [29], [50]
KABIR <i>et al.</i> (2012)	[8], [11], [14], [18], [22], [23], [24], [27], [28], [35], [40]
KABIR <i>et al.</i> (2011)	[8], [11], [18], [23], [24]
LADHARI <i>et al.</i> (2015)	[8], [14], [18], [19], [22], [24], [28], [29], [32]
LIMA JR, <i>et al.</i> (2014)	[12], [14], [22], [24], [25], [27], [28], [29], [30], [31]
LIU <i>et al.</i> (2006)	[8], [11], [14]
NG <i>et al.</i> (2007)	[8], [12], [18], [22], [24], [25], [28], [32], [34], [50]
PARK <i>et al.</i> (2011)	[11], [14], [18], [25], [28], [32], [50]
PARTOVI <i>et al.</i> (2002)	[8], [11], [14], [35]
POVOA (2013)	[9], [12], [18], [34], [42], [43], [44], [45], [46]
RAMANATHAN (2006)	[8], [12], [14], [18], [22], [24], [25], [28], [29], [32], [50]
REGO <i>et al.</i> (2011)	[8], [14], [25], [26], [41]
REZAEI (2007)	[8], [11], [12], [14], [18], [22], [24], [25], [27], [28], [29], [32], [33], [34]
RODA <i>et al.</i> (2014)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]
SOYLU <i>et al.</i> (2014)	[11], [14], [18], [22], [24]
STOLL <i>et al.</i> (2015)	[27], [36], [47]

Publicações	Critérios citados
SURYADI (2003)	[6], [8], [9], [11], [14], [18], [27], [28], [37], [38], [39]
SURYADI (2007)	[6], [9], [14], [18], [25], [27], [33], [36]
SZAJUBOK <i>et al.</i> (2006)	[11], [14], [18]
TORABI <i>et al.</i> (2012)	[11], [24], [28]
YU (2011)	[8], [11], [12], [14], [24], [25], [35]
ZHOU <i>et al.</i> (2007)	[8], [11], [14], [18]

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 - Citação de critérios de decisão em publicações científicas

Os critérios mais citados são: *lead time*, criticidade / impacto da falta, preço / custo médio unitário e volume de demanda / previsibilidade, conforme ilustrado na imagem abaixo:



Fonte: Elaboração própria

Imagem 1: Quantidade de vezes que cada critério foi citado

Os critérios que não aparecem no gráfico foram citados apenas uma vez.

Para posteriormente avaliar a aplicação dos critérios selecionados em setores produtivos, foram escolhidos destaques na economia brasileira:

Agricultura: Soja [A], que possui participação de 48,4% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas na safra de 2017, entre 14 variedades. (IBGE, 2017)

Produtos agrícolas	Área (há)	%Partic.	Produção (t)	%Partic.
Algodão herbáceo (caroço de algodão)	964.073	1,6	2.271.861	1,0
Amendoim (em casca) - Total	136.050	0,2	438.033	0,2
Amendoim (em casca) 1ª safra	122.501	0,2	411.178	0,2
Amendoim (em casca) 2ª safra	12.549	0,0	26.855	0,0
Arroz (em casca)	1.963.019	3,3	11.639.426	5,3
Aveia (em grão)	335.778	0,6	688.142	0,3
Centeio (em grão)	3.376	0,0	5.933	0,0
Cevada (em grão)	99.388	0,2	325.727	0,1
Feijão (em grão) - Total	3.078.236	5,1	3.387.228	1,5
Feijão (em grão) 1ª safra	1.744.010	2,9	1.583.352	0,7
Feijão (em grão) 2ª safra	1.143.250	1,9	1.332.429	0,6
Feijão (em grão) 3ª safra	190.976	0,3	471.447	0,2

Produtos agrícolas	Área (há)	%Partic.	Produção (t)	%Partic.
Girassol (em grão)	58.161	0,1	82.355	0,0
Mamona (baga)	39.446	0,1	19.883	0,0
Milho (em grão) - Total	16.630.460	27,8	88.014.130	39,8
Milho (em grão) 1ª safra	5.631.245	9,4	29.662.612	13,4
Milho (em grão) 2ª safra	10.999.215	18,4	58.351.518	26,4
Soja (em grão)	33.708.401	56,3	107.039.408	48,4
Sorgo (em grão)	657.888	1,1	1.893.862	0,9
Trigo (em grão)	2.158.826	3,6	5.487.087	2,5
Triticale (em grão)	22.815	0,0	58.336	0,0
Total	59.855.017	100,0	221.351.411	100,0

Fonte: Indicadores IBGE – Estatística da Produção Agrícola (janeiro de 2017)

Tabela 3 - Produção agrícola

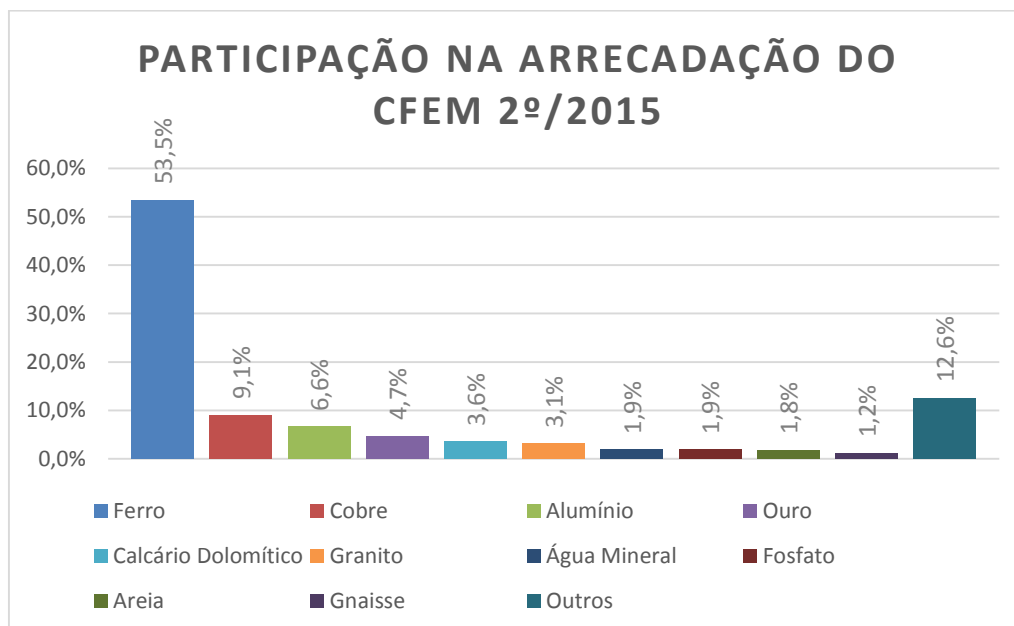
Pecuária: Abate bovino [B], que apresentou maior valor monetário no ano de 2016. (IBGE, 2017)

Atividade	Preço (Cotação em 23/02/2016)	Quantidade	Valor total
Leite	R\$ 1,30 - (R\$/litro)	23.170.000.000 litros	R\$ 30.023.686.000,00
Ovos de galinha	R\$ 3,13 - (R\$/dúzia)	3.100.000.000 dúzias	R\$ 9.703.000.000,00
Abate bovino	R\$ 140,28 - (R\$/@)	7.350.000 t	R\$ 70.192.525.018,72
Abate suíno	R\$ 4,62 - (R\$/Kg)	3.710.000 t	R\$ 17.140.200.000,00
Abate de frango	R\$ 3,12 - (R\$/Kg)	13.250.000 t	R\$ 41.340.000.000,00

Fonte: Adaptado de Indicadores IBGE – Estatística da Produção Pecuária (março de 2017)

Tabela 4 – Produção da pecuária

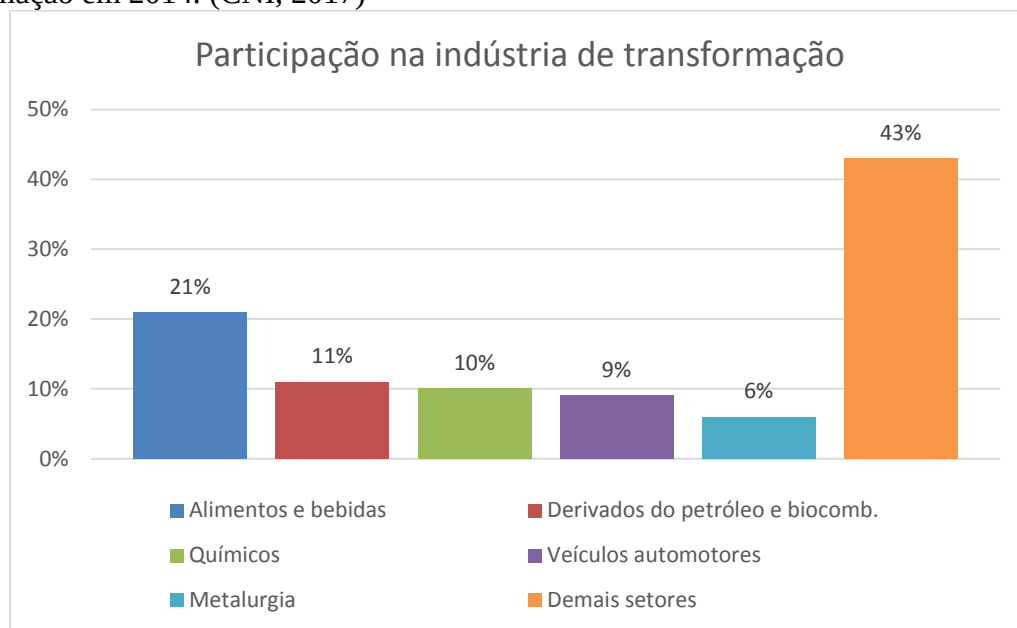
Indústria extrativa mineral: Minério de Ferro [C], suas vendas no 2º semestre de 2015 foram responsáveis por 53,5% das receitas da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais), que é uma contraprestação paga à União pelo aproveitamento econômico dos recursos minerais. (DNPM, 2015)



Fonte: Informe mineral 2º/2015

Imagem 2 – Participação das principais substâncias na arrecadação de CFEM no 2º semestre de 2015

Indústria de transformação: Alimentos e bebidas [D], primeiro lugar entre os cinco setores mais representativos quanto à participação no valor da transformação industrial da indústria de transformação em 2014. (CNI, 2017)



Fonte: A indústria em números (2017)

Imagem 3 – Setores da indústria de transformação

Construção Civil [E]: destaque na indústria nos últimos anos pela sua participação na classe. (IBGE, 2016)

Especificação	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agropecuária	4,8	5,1	4,9	5,3	5	5
Indústria	27,4	27,2	26	24,9	23,8	22,3
Extrativa mineral	3,3	4,4	4,5	4,2	3,7	2
Transformação	15	13,9	12,6	12,3	12	11,8
Prod. e distrib. de eletricidade, gás, água e esgoto	2,8	2,7	2,4	2	1,9	2,7
Construção	6,3	6,3	6,5	6,4	6,2	5,9
Serviços	67,8	67,7	69,1	69,9	71,2	72,7
Comércio	12,6	12,9	13,4	13,5	13,6	12,8
Transporte, armazenagem e correio	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,5
Serviços de informação	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2
Internet, financeira, seguros, prev. complem. e ser. rel.	6,8	6,4	6,4	6	6,4	7,3
Atividades imobiliárias	8,3	8,4	8,8	9,2	9,3	9,7
Outros serviços	15,7	15,9	16,5	16,9	17,4	17,7
Adm., saúde e educação públicas	16,3	16,1	15,9	16,4	16,4	17,4
Valor adicionado a preços básicos	100	100	100	100	100	100
Impostos sobre produtos	17,7	17,6	17,8	17,1	16,2	16,4
PIB e preços de mercado	117,7	117,6	117,8	117,1	116,2	116,4

Fonte: Indicadores do IBGE – Contas Nacionais Trimestrais (2016)

Tabela 5: Participação das classes no PIB

Métodos de decisão multicritério (ou métodos MCDM – *Multicriteria Decision Making*), segundo Lima Jr *et. al.* (2014), são técnicas quantitativas que permitem realizar a avaliação de diversas alternativas considerando múltiplos critérios simultaneamente. Os modelos multicritério de apoio a decisão têm sido aplicados a uma grande quantidade de problemas de planejamento de produção, tais como: planejamento agregado da produção, balanceamento da linha de montagem (Malakooti, 1989; Yang *et al.* 1988, *apud* Szajubok *et. al* (2006)), problemas

de layout, produtos e planejamento de processo (Agrell, 1994; Yoshimura *et al.* 1989, *apud* Szajubok *et. al* (2006)) e controle de inventário. (SZAJUBOK *et. al* 2006)

Roy (1996) distinguiu quatro problemáticas básicas que podem ser consideradas quando um problema de decisão multicritério é modelado: escolha, classificação, ordenação e descrição. Neste estudo as problemáticas em análise foram escolha e classificação. (SZAJUBOK *et. al* 2006)

A escolha do método empregado depende do tipo de problema em análise, do contexto estudado, dos atores envolvidos, da estrutura de preferências e do tipo de resposta que se deseja alcançar, ou seja, a problemática de referência (Gomes *et al.* 2002, *apud* Szajubok *et. al* 2006). Nessa pesquisa os métodos que tiveram sua aplicabilidade verificada foram Cut off Point e VED.

O método *Cut off Point*, abordado por Hidayat *et. al* 2007, é usado para a redução do número de critérios relacionados à decisão de estocagem. O processo consiste em listar todos os critérios a serem classificados e reunir um grupo de stakeholders para combinar as necessidades da empresa. Os envolvidos devem categorizar os critérios em: “não importante - 1”, “pouco importante - 2” e “muito importante - 3”.

Em seguida analisa-se a proporção das respostas, ou seja, é multiplicado o percentual de pessoas que optaram por cada classificação pelo respectivo peso, para obter a pontuação final. O valor alvo (mínimo) que definirá quais critérios serão considerados, será a média entre os critérios com maior e menor valor.

$$\text{Critério } n = (P1 * p1) + (P2 * p2) + \dots + (Pn * pn) \quad (1)$$

Onde:

Critério n = critério analisado

P = Categoria do critério

p = proporção das respostas dos stakeholders

$$\text{Valor alvo} = \frac{M_{\text{critério}} + m_{\text{critério}}}{2} \quad (2)$$

Onde:

Mcritério: maior resultado encontrado para a equação anterior

mcritério: menor resultado encontrado para a equação anterior

O modelo mais aceito para análise de criticidade é a classificação VED, sendo os materiais catalogados como Vitais, Essenciais ou Desejáveis. Os materiais Vitais são aqueles cuja falha/falta provoca elevados custos de paragem, graves danos na eficiência de todo o processo produtivo e na qualidade dos produtos. Os materiais Essenciais conduzem a uma perda significativa da produção, contudo não obrigam à paragem de todo o processo produtivo. Os materiais Desejáveis são aqueles cuja falta não tem impacto significativo na quantidade ou qualidade dos produtos (Bošnjakovic 2010, *apud* Oliveira 2015). Porém, esta é uma análise que requer alguns *inputs* qualitativos por parte dos gestores. Cavalieri *et al.* (2008) aleram que pode ser uma tarefa de difícil execução pela subjetividade que lhe está inerente. (SANTOS, 2014)

O método VED, utilizado por Botter e Fortuin (2000), Bošnjaković (2010) e Stoll *et al* (2015), *apud* Stoll *et. al.* 2015), é aplicado para a adequada utilização do modelo de classificação sendo necessário construir uma escala de classificação entre os critérios e subcritérios selecionados.

Por se tratar de um método de classificação qualitativo, o mesmo depende diretamente das ponderações subjetivas do responsável pela classificação.

4. Desenvolvimento

Entre os 50 critérios pesquisados, 20 critérios são aplicáveis no plantio de soja, 21 no abate bovino), 23 na indústria extrativa de minério de ferro, 22 na construção civil e 26 na indústria de alimentos e bebidas.

No quadro abaixo estão apontados quais critérios são aplicáveis em cada setor selecionado:

Critérios de estocagem	Aplicabilidade nos setores
[1]	[C], [D], [E]
[2]	[B], [C], [D], [E]
[3]	[C], [D], [E]
[4]	[A], [B], [C], [D], [E]
[5]	[A], [B], [C], [D], [E]
[7]	[A], [B], [C], [D], [E]
[8]	[A], [B], [C], [D], [E]
[9]	[D]
[11]	[A], [B], [C], [D], [E]
[12]	[D], [E]
[13]	[A], [B], [D], [E]
[14]	[A], [B], [C], [D], [E]
[17]	[A], [B], [C], [D], [E]
[18]	[A], [B], [C], [D], [E]
[19]	[A], [B], [C], [D], [E]
[22]	[A], [B], [C], [D], [E]
[25]	[A], [B], [C], [D], [E]
[27]	[A], [B], [C], [D], [E]
[28]	[C], [D], [E]
[29]	[A], [B], [C], [D], [E]
[33]	[A], [B], [C], [D], [E]
[34]	[A], [B], [C], [D], [E]
[38]	[A], [B], [C], [D], [E]
[40]	[A], [B], [C], [D], [E]
[47]	[A], [B], [C], [D], [E]

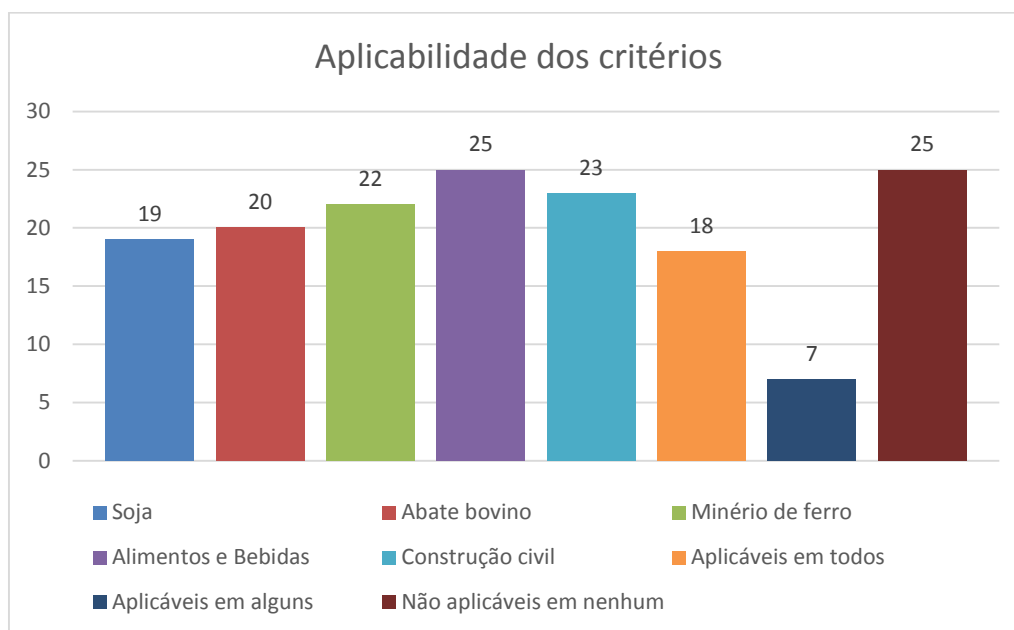
Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 – Aplicação dos critérios nos setores

Justificativa para os critérios que não foram aplicáveis nos setores selecionados:

- Precisa de dados que são disponibilizados apenas após a formação de estoque: critérios [16], [20], [23], [24], [26], [31], [32], [33], [36], [37], [38], [42], [43], [44], [45], [46], [48], [49] e [50];
- Grande utilização não determina grande consumo: critério [6];
- Em caso de falha outro caminho é utilizado: critério [10];
- Demanda especialidades divergentes da atividade fim da empresa, ou seja, um setor de manutenção muito grande: critério [15];
- Caso o material seja realmente importante o mesmo será estocado independentemente do peso. Neste caso pode se utilizar a brocagem (estocagem no solo). O peso influencia no local de estocagem, mas não pode ser fator primordial de decisão se estoca ou não: critério [21];
- O processo é de responsabilidade de outro setor: critério [30];

g) Para melhor análise e aplicação deve ser adaptado para número de fornecedores ou tempo de resposta do fornecedor: critério [40];



Fonte: Elaboração própria

Imagem 4: Aplicabilidade dos critérios nos setores

Pelo fato do método *Cut off Point* depender apenas da atribuição de importância conforme realidade da empresa, este pode ser aplicado, em um primeiro momento, na seleção de todos os critérios listados na pesquisa relacionados à decisão de estocagem.

Na Tabela 7 estão as aberturas dos critérios em que foi possível aplicar o método VED. As aberturas dos critérios são flexíveis e devem ser adaptadas a realidade organizacional (nesse exemplo foram adotados dados arbitrários):

Critérios de estocagem	VED	Abertura
[1]	Vital	Problemas > 5%
	Essencial	Problemas <= 5%
	Desejável	Sem problema
[2]	Vital	Perda > 5%
	Essencial	Perda <= 5%
	Desejável	Sem perda
[3]	Vital	Equipamentos afetados > 20%
	Essencial	Equipamentos afetados <= 20%
	Desejável	Sem efeito dominó
[4]	Vital	Impacto Irreparável
	Essencial	Impacto reparável
	Desejável	Sem impacto
[7]	Vital	Falhas/dia > 3
	Essencial	Falhas/dia <= 3
	Desejável	Sem falha
[8]	Vital	Previsibilidade < 50%
	Essencial	Previsibilidade > 50%
	Desejável	Demanda 100% previsível
[9]	Vital	Validade < 90 dias
	Essencial	Validade >= 90 dias
	Desejável	Sem data de validade
[12]	Vital	Taxa de obsolescência < 2 anos
	Essencial	Taxa de obsolescência >= 2 anos

Critérios de estocagem	VED	Abertura
[13]	Desejável	Sem taxa de obsolescência
	Vital	Taxa de obsolescência < 2 anos
	Essencial	Taxa de obsolescência >= 2 anos
[14]	Desejável	Sem taxa de obsolescência
	Vital	Taxa de obsolescência < 2 anos
	Essencial	Taxa de obsolescência >= 2 anos
[15]	Desejável	Sem taxa de obsolescência
	Vital	Taxa de obsolescência < 2 anos
	Essencial	Taxa de obsolescência >= 2 anos
[16]	Desejável	Sem taxa de obsolescência
	Vital	Tempo mascarado > 2h
	Essencial	Tempo mascarado <= 2h
[18]	Desejável	Sem tempo mascarado
	Vital	Horas paradas > 2h
	Essencial	Horas paradas <= 2h
[19]	Desejável	Sem impacto
	Vital	Falha imprevisível
	Essencial	Falha previsível
[27]	Desejável	Sem falha
	Vital	> 95%
	Essencial	>= 90% e >= 95%
[33]	Desejável	< 90%
	Vital	Segurança <= 70%
	Essencial	Segurança >= 70%
[34]	Desejável	Segurança = 100%
	Vital	Estocar itens vitais
	Essencial	Estocar itens com criticidade média e alta
[37]	Desejável	Estocar todo material necessário
	Vital	Seguro < 50% do valor do produto
	Essencial	50% <= Seguro > 100% do valor do produto
[40]	Desejável	Seguro 100% do valor do produto
	Vital	Nº fornecedores = 1
	Essencial	1 < Nº fornecedores <= 5
	Desejável	Nº fornecedores > 5

Fonte: Elaboração própria

Tabela 7 – Aplicação VED nos critérios

5. CONCLUSÃO

A decisão de estocagem tem sido um grande gargalo na realidade das empresas. Quando opta-se por estocar, faltam técnicas para tornar a tomada de decisão mais consistente e menos empírica. A análise multicritério aparece como uma opção extremamente viável ao conseguir agrupar os mais diversos fatores que influenciam no processo.

Os resultados alcançados por essa pesquisa servem de direcionadores para os tomadores de decisão. Ressalta-se que os 50 critérios citados são apenas uma parcela dos que podem ser adotados na classificação, sendo selecionados e especificados conforme realidade da empresa e setor em questão.

Para trabalhos futuros, fica a sugestão da aplicação dos critérios em amostras de empresas dos setores mais relevante, bem como a eliminação de critérios que não atinjam a nota de corte conforme o método *Cut off point* ou não permita a abertura da classificação VED. Pode-se ainda explorar pesquisas que objetivem a busca de padronização destes critérios em empresas do mesmo setor, atividade e porte.

A pesquisa ilustra a importância da análise multicritério e o quanto o assunto ainda pode ser explorado, além da grande variabilidade de critérios possíveis e da dificuldade de padronização dessas decisões, visto que reuni muitas variáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Chailline Azevedo. [Graduação] Monografia] Análise do processo de controle de estoque: Estudo de caso na empresa Sublime Nordeste (Recife). Portal De Trabalhos Acadêmicos, V. 1, N. 1, 2017.

BACCHETTI, Andrea; SACCANI, Nicola. Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. Omega, v. 40, n. 6, p. 722-737, 2012.

BOTTER, René. FORTUIN, Leonard (2000), "Stocking strategy for service parts – a case study", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 Iss 6 pp. 656 – 674

CHEN, Jin-Xiao. Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification. Computers & Operations Research, v. 38, n. 12, p. 1784-1791, 2011.

CHEN, Ye et al. A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. Computers & Operations Research, v. 35, n. 3, p. 776-796, 2008.

CHU, Ching-Wu; LIANG, Gin-Shuh; LIAO, Chien-Tseng. Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. Computers & Industrial Engineering, v. 55, n. 4, p. 841-851, 2008.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. A indústria em números. Gerência Executiva de Pesquisa e Competitividade - GPC; Gerência Executiva de Política Econômica - PEC, 2017.

DE OLIVEIRA, Carla Milanesi. Curva ABC na gestão de estoque. 2011

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Informe Mineral. Brasília, DIPLAM-Diretoria de Planejamento e de Desenvolvimento da Mineração, v.2, 2015. Informe Mineral 2º/2015

DOS SANTOS, Antônio Marcos; RODRÍGUEZ, I. Araujo. Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química. Gestão & Produção, v. 13, n. 2, p. 223-231, 2006.

FIRMO, Lucas Mecca. Proposição de uma metodologia para otimização de estoques na indústria farmacêutica. 2015.

GUVENIR, H. Altay; EREL, Erdal. Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm. European journal of operational research, v. 105, n. 1, p. 29-37, 1998.

HADI-VENCHEH, A.; MOHAMADGHASEMI, A. A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. Expert Systems with Applications, v. 38, n. 4, p. 3346-3352, 2011.

HIDAYAT, Ubuh Buchara; SURYADI, Kadarsah. Organization Structure Selection Based On Combination Between Time Horizon Analysis And Analytic Hierarchy Process. 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Indicadores do IBGE – Contas Nacionais Trimestrais, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Indicadores IBGE – Estatística da produção agrícola. Janeiro de 2017

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Indicadores IBGE – Estatística da Produção Pecuária. Março de 2017

KABIR, Golam; HASIN, M. Ahsan Akhtar. Comparative analysis of AHP and Fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification. International Journal of Fuzzy Logic Systems, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2011.

KABIR, Golam; HASIN, M. Multiple criteria inventory classification using fuzzy analytic hierarchy process. International Journal of Industrial Engineering Computations, v. 3, n. 2, p. 123-132, 2012.

LADHARI, Talel; BABAI, M. Zied; LAJILI, Imen. Multi-criteria inventory classification: new consensual procedures. IMA journal of Management Mathematics, v. 27, n. 2, p. 335-351, 2015.

LIMA JR, F. R.; CERVI, A. F. C.; CARPINETTI, L. C. R. Uma metodologia multicritério baseada em inferência fuzzy para classificação ABC de estoques. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v. 6, n. 3, p. 343-366, 2014.

- LIU, Qing; HUANG, Dao.** Classifying ABC inventory with multicriteria using a data envelopment analysis approach. In: Intelligent Systems Design and Applications, 2006. ISDA'06. Sixth International Conference on. IEEE, 2006. p. 1185-1190.
- NG, Wan Lung.** A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. European Journal of Operational Research, v. 177, n. 1, p. 344-353, 2007.
- OLIVEIRA, Fernanda Maria Martins.** A gestão de stocks do serviço de assistência técnica na área da eletromedicina. 2015. Tese de Doutorado.
- PARK, Jae-Hun; BAE, Hye-Rim; LIM, Sung-Mook.** Multi-criteria ABC inventory classification using the cross-efficiency method in DEA. Journal of Korean Institute of Industrial Engineers, v. 37, n. 4, p. 358-366, 2011.
- PARTOVI, Fariborz Y.; ANANDARAJAN, Murugan.** Classifying inventory using an artificial neural network approach. Computers & Industrial Engineering, v. 41, n. 4, p. 389-404, 2002.
- POVOA, Barbara Batista.** Gestão de estoque: os desafios dos itens de MRO e a importância dos indicadores de performance. 2013.
- RAMANATHAN, Ramakrishnan.** ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. Computers & Operations Research, v. 33, n. 3, p. 695-700, 2006.
- REGO, José Roberto do et al.** Controle de estoque de peças de reposição em local único: uma revisão da literatura. Produção, 2011.
- REZAEI, Jafar.** A fuzzy model for multi-criteria inventory classification. Analysis of Manufacturing Systems, p. 167-172, 2007.
- RODA, Irene. MACCHI, Marco. FUMAGALLI, Luca. VIVEROS, Pablo, (2014),**"A review of multi-criteria classification of spare parts ", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 25 Iss 4 pp. 528 – 549
- SANTOS, Sara Dias dos.** Framework para classificação de SKUs: caso de estudo na indústria automóvel. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- SOYLU, Banu; AKYOL, Bahar.** Multi-criteria inventory classification with reference items. Computers & Industrial Engineering, v. 69, p. 12-20, 2014.
- STOLL, J. et al.** Criticality analysis of spare parts management: a multi-criteria classification regarding a cross-plant central warehouse strategy. Production Engineering, v. 9, n. 2, p. 225-235, 2015.
- STOLL, J.; KOPF, R.; SCHNEIDER, J.; LANZA, G.** Criticality analysis of spare parts
- SURYADI, K.** Decision model for “material stock vs non stock” using combination of AHP and Cut off point method. Proceedings of ISAHP - International Symposium of the Analytic Hierarchy Process. Bali, Indonesia, 2003
- SURYADI, Kadarsah.** Empirical experience on combining AHP with non-AHP decision models in managing cross functional conflicts. ISAHP, Vica Del Mar, Chile, 2007.
- SZAJUBOK, Nadia Kelner; MOTA, Caroline Maria de Miranda; ALMEIDA, Adiel Teixeira de.** Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil. Pesquisa Operacional, v. 26, n. 3, p. 625-648, 2006.
- TORABI, Seyed Ali; HATEFI, Seyed Morteza; PAY, B. Saleck.** ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. Computers & Industrial Engineering, v. 63, n. 2, p. 530-537, 2012.
- YU, Min-Chun.** Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques. Expert Systems with Applications, v. 38, n. 4, p. 3416-3421, 2011.
- ZHOU, Peng; FAN, Liwei.** A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization. European journal of operational research, v. 182, n. 3, p. 1488-1491, 2007.