



**SARA DIAS DOS
SANTOS**

**FRAMEWORK PARA CLASSIFICAÇÃO DE SKUs-
CASO DE ESTUDO NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**



**SARA DIAS DOS
SANTOS**

**FRAMEWORK PARA CLASSIFICAÇÃO DE SKUs-
CASO DE ESTUDO NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutor Daniel Ferreira Polónia
Professor Auxiliar Convidado, Universidade de Aveiro

Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra

Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Os meus agradecimentos vão para todos aqueles que me acompanharam nesta fase da minha vida.

Um especial agradecimento ao Prof. Doutor Luís Ferreira, o meu orientador, pela disponibilidade que sempre encontrou para orientar este projeto.

A todos os que na Funfrap me apoiaram e se disponibilizaram sempre a debater e sugerir a melhor solução para os problemas que juntos fomos encontrando, em particular, à Ana Melo e ao Dr. Idálio Fernandes, mas não posso deixar de referir a Dulce e o Teles, assim como os Eng^{os} António Duarte, Paulo Brito e ao Paulo Frutuoso.

Um agradecimento especial vai para o meu marido e para a Maria Miguel.

palavras-chave

Classificação, Stock Keeping Units, SKUs, Análise ABC Multicritério.

resumo

As constantes mudanças organizacionais impostas pelo ambiente interno e externo têm como consequência que as empresas tenham que gerir um número cada vez maior de Stock Keeping Units (SKUs) em inventário. Desta forma a classificação de SKUs reveste-se de uma importância primordial. Assim este projeto propõe a criação de uma framework de classificação de SKUs, alicerçada na literatura sobre o tema, que será testada e validada em contexto industrial. A framework é desenvolvida tendo em atenção as condicionantes do contexto específico da indústria em causa, recorrendo a uma abordagem multicritério. A Análise ABC multicritério permitiu realçar a importância de SKUs que apesar de serem pouco expressivos em termos de valor são de importância extrema para as operações/produção da organização.

keywords

Classification, Stock Keeping Units, SKUs, Multicriteria ABC Analysis.

abstract

The consequence of internal and the external environment changes in organizations is the increase in the number of Stock Keeping Units (SKU) in inventory. Therefore a SKU Classification becomes of vital importance. In this project we propose a Framework for SKUs Classification for an industrial context taking into account a multicriteria approach. The multicriteria ABC Analysis allows emphasizing the importance of SKUs that despite their small value of usage are of vital importance for the operations/production of the organization.

Índice

Índice de Figuras.....	3
Índice de Tabelas	4
1. Introdução.....	5
2. Enquadramento Teórico	7
2.1 O que são SKUs e a importância do contexto para a sua classificação.....	7
2.2 Consumíveis/Sobressalentes aplicação da classificação.....	18
2.3 Tipos de classificação adotadas - Critérios/Limitações	24
2.3.1 Análise ABC	24
2.3.2 VED- Análise de Criticidade.....	26
2.3.3 A Análise FNS/FSN	26
2.3.4 Variabilidade da Procura.....	26
2.3.5 Outras.....	27
3. Modelo/abordagem proposta.....	29
3.1 Metodologia	29
3.2 Diagnóstico.....	31
3.3 Definição de critérios.....	32
3.4 Classificação de SKUs.....	33
3.4.1 Parâmetro de Valor de Procura – Análise ABC.....	33
3.4.2 Parâmetro de Criticidade - Análise VED.....	34
3.4.3 Parâmetro da Variabilidade da Procura	36
3.4.4 Conjugação de Critérios.....	37
3.4.5 Validação da Framework	39
3.4.6 Definição de Políticas de Gestão de Inventário.....	39
4. O Caso em estudo	43
4.1 Diagnóstico.....	43

4.2	Definição de Critérios	46
4.3	Classificação de SKUs	47
4.4	Validação da Framework	58
4.5	Definição das Políticas de Inventário	58
5.	Conclusões e Proposta de Investigação Futura	59
6.	Bibliografia.....	61

Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplo de aplicação do Processo de Análise Hierárquica, adaptado de Molenaers et al. (2012)	9
Figura 2- Esquema de Classificação Multicritério proposto por Bacchetti et al. (2013), no qual verificamos que no final temos 12 classes de SKUs, adaptado de (Bacchetti & Saccani, 2012).	10
Figura 3 - Millstein et al. (2014) apresentam um esquema com procedimento dinâmico para formar grupo de inventário, adaptado (Millstein, Yang, & Li, 2014).....	11
Figura 4 – Matriz apresentada por D’Alessandro and Baveja (2000) onde se pode observar a classificação dos diversos itens em 4 classes, segundo a variabilidade e volume da procura, adaptado (D’Alessandro & Baveja, 2000).	12
Figura 5 – Framework Conceptual para Classificação de SKUs, adaptado de van Kampen et al. (2012).....	13
Figura 6- Matriz de Classificação de Sobressalentes custo-criticidade, adaptado de (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988)	14
Figura 7 – Processo de Classificação de Stock Keeping Units	17
Figura 8 – Framewok de Classificação de SKUs	30
Figura 9 - Esquema de combinação de critérios.....	38
Figura 10 - Criação de novos SKUs de 2005 a agosto de 2014	46
Figura 11 – Distribuição da Variabilidade da Procura em 2013	52
Figura 12 – Distribuição de SKUs pelas Classes	53
Figura 13 – Esquema de reclassificação de SKUs após a aplicação da Análise ABC Multicritério.....	57

Índice de Tabelas

Tabela 1- Critérios de classificação de SKUs na literatura.....	23
Tabela 2- Técnicas de Classificação de SKU, adaptado de (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).....	28
Tabela 3- Escala de importância do Método AHP adaptada de Saaty (1980)	36
Tabela 4- Descrição dos Códigos de Atividade (CA) da Empresa. Descreve a sua atual classificação de SKUs.....	44
Tabela 5- Distribuição de SKUs mediante o critério de Valor.....	48
Tabela 6 - SKUs classificados segundo o critério de Valor.....	48
Tabela 7- Critério da Criticidade - Aplicação do AHP.....	49
Tabela 8- Pesos criticidade obtidos através do AHP	50
Tabela 9- Conjugação critérios valor e criticidade	50
Tabela 10- SKUs classificados segundo a critério da criticidade.....	51
Tabela 11- SKUs classificados após aplicação do critério da Variabilidade da Procura.....	52
Tabela 12- SKUs sem Consumo.....	53
Tabela 13 - Tabela de conjugação de critérios valor, criticidade e variabilidade da procura	54
Tabela 14- Conjugação de Critérios - Aplicação do AHP	55
Tabela 15- Pesos dos critérios obtidos através do AHP.....	55
Tabela 16- SKUs reclassificados após a aplicação da Análise ABC Multicritério	56
Tabela 17- SKUs classificados após aplicação da Análise ABC Multicritério.....	57

1. Introdução

A classificação de stock keeping units (SKUs) reveste-se de grande importância em contexto empresarial/industrial. Van Kampen et al. (2012) num artigo no qual realizam uma ampla revisão sobre o tema, referem que as classificações SKU são amplamente usadas no campo da gestão de operações. Porém, alertam para a falta de estudos que tratem os métodos e diretrizes para a seleção de SKUs, visto poucos trabalhos elucidarem sobre o porquê de escolher um método em detrimento de outro. A classificação destes assume assim uma grande importância em contexto empresarial/industrial (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

As empresas têm muitas vezes que lidar com o facto de possuírem uma grande variedade de SKUs. O desafio que se coloca às organizações é o controlo de uma enorme quantidade de itens, que podem atingir as dezenas de milhares, daí ser uma tarefa muito complexa gerir-se os itens de forma individual (Soylu & Akyol, 2014). Ressalta-se assim a importância de agrupar os itens em grupos, facilitando desta forma a tarefa dos gestores, visto que as decisões passam a ser tomadas para um conjunto de SKUs, melhorando assim o processo de tomada de decisão.

Para classificar SKUs, as empresas têm de possuir uma clara definição dos objetivos que pretendem com a mesma, do contexto em que estão inseridas e qual o método a escolher para cumprir este objetivo.

Bacchetti et al. (2013) referem que são muitas as lacunas existentes entre teoria e prática, mostrando que os casos práticos e estudos empíricos não foram devidamente validados, o que pode dar aso a que soluções encontradas para alguns casos possam ser desajustadas noutros contextos. Daí os autores sugerirem a necessidade de que sejam conduzidos mais estudos com vista a alcançarem-se soluções mais integradoras.

A questão de como operacionalizar a classificação de SKUs é um tema pouco debatido na literatura, assim como qual o número ideal de classes ou mesmo se o contexto em que a empresa se insere é ou não determinante para decidir qual o método (D'Alessandro & Baveja, 2000); (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012); (Soylu & Akyol, 2014).

Outra questão importante é o tema das peças sobressalentes. Os sobressalentes apresentam-se como um problema no qual a classificação é multidimensional, visto que muitas das soluções apresentadas pela comunidade científica requerem algum cálculo matemático (Syntetos & Boylan, 2005); (Boylan & Syntetos, 2007); (Snyder, Ord, & Beaumont, 2012), não se mostrando compatíveis com a prática e a realidade empresarial (Ng, 2007).

Outra questão que se traduz no acréscimo da complexidade do processo de gestão de inventários está relacionado com o facto de a realidade não ser estática, não só em termos de mercado mas igualmente pelas constantes inovações que são introduzidas nas

organizações, com o conseqüente impacto ao nível da dimensão dos stocks, exigindo que as atividades desenvolvidas para controlar itens em stock representem um gasto adicional e tenham de ser realizadas periodicamente (Soylu & Akyol, 2014). Assim sendo torna-se importante para as organizações perceberem que uma eficiente classificação de SKUs é algo que pode constituir-se como uma importante vantagem competitiva.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma classificação de SKUs aplicada a um caso real na indústria automóvel. Pretende-se que a classificação proposta possa constituir-se como uma ferramenta de auxílio à gestão de inventário e ao processo de tomada de decisão.

Este trabalho está organizado em 5 capítulos, no primeiro capítulo faz-se uma introdução ao tema, quais os objetivos do trabalho, a sua relevância e organização. No segundo capítulo realiza-se o enquadramento teórico, no terceiro apresenta-se o modelo/abordagem proposta, seguindo-se o quarto capítulo com a apresentação do caso de estudo e respetiva aplicação da Framework e no quinto capítulo são retiradas as conclusões e propostas de investigação futura.

2. Enquadramento Teórico

2.1 O que são SKUs e a importância do contexto para a sua classificação

Mas o que são SKUs? Mediante uma consulta ao Site da *Logismater*, empresa especializada em Logística de materiais (Logismater, 2011), Stock Keeping Units são itens distintos mantidos em stock. Ng (2007) refere-se a SKUs simplesmente como itens de inventário. Muller (2011, p. 4) refere que este é um termo muito usado no campo da gestão de inventário e que geralmente especifica que um número ou um número alfanumérico que identifica um item específico. Tratam-se pois de itens de armazém únicos distinguindo-se pelas suas características, seja marca, procura, fornecedor entre outros e que têm de ser geridos e armazenados de determinada forma. Ao item é atribuído um número que o identifica e a que se chama código de artigo. Marquês (2007) define SKU como um código ou referência de cada variante dos artigos mantidos em armazém que atua como um identificador usado pelo armazenista para permitir o seguimento sistemático dos produtos oferecidos aos clientes. Cada SKU identifica uma variante de um artigo, conforme a sua apresentação, tamanho, cor e outras características.

Segundo Kampen et al. (2012), SKU é um item de stock que está especificado com a função, estilo, tamanho, cor e usualmente, a localização. Estes autores referem mesmo que as características do produto influenciam grandemente a produção e política de inventário dos diferentes SKUs, mostrando diversos exemplos na literatura de diversas características/propriedades dos itens para os classificar, adaptando-se a situações distintas. Khabbazi et al. (2013) apresentam uma definição de SKU como sendo um código alfanumérico unicamente concebido para a empresa e que se baseia nas suas políticas internas ou nas regulações de uma terceira parte ou por vezes em estratégias regionais de dados de armazenagem/recuperação.

Porém, as organizações deparam-se muitas vezes com uma multiplicidade de itens em stock que necessitam de ser geridos e a complexidade aumenta exponencialmente à medida que o número de SKUs ultrapassa as centenas, obrigando as empresas a utilizarem algum tipo de classificação (Soylu & Akyol, 2014). Perante a grande complexidade, uma classificação de SKUs revela-se fulcral para um melhor controlo destes itens, devendo a mesma responder a duas questões primordiais para a organização: como classificar classes e quais os limites das classes de SKUs.

Ao serem identificadas as classes de SKUs devem também estabelecer os limites das mesmas, ou seja aquilo que é referido na literatura como operacionalização de classes. Um gestor quando operacionaliza classes de SKU inclui nas mesmas as características e as técnicas a utilizar. Todas estas decisões estão interrelacionadas e são sinalizadas juntamente com o método.

A classificação de SKUs é amplamente utilizada pelas empresas, o principal objetivo é simplificar a tarefa da gestão de inventário ao estabelecer métodos de controlo de stock, níveis de serviço para cada classe, em vez de o fazer para cada SKU individualmente (Teunter, Babai, & Syntetos, 2009).

Além disso, um sistema de classificação de SKU bem planeado serve basicamente para encontrar e seguir a informação de um item de forma eficiente e organizada tecnologicamente. O método adotado para a classificação dos SKU providencia um sistema de informação integrado com uma capacidade de controlo de inventário em tempo real (Khabbazi, et al., 2013).

No entanto, Sharaf and Helmy (2001) notam que apesar das empresas poderem deter uma multiplicidade de SKUs em inventário, somente uma pequena parte requer uma atenção especial da gestão e um controlo mais preciso. Este tipo de classificação pode ser um auxiliar precioso ao permitir aos gestores concentrarem o seu foco de atenção nos itens que carecem de um tratamento mais específico e cuidado. Isto irá permitir que a previsão e controlo de stocks sejam facilitadas, visto que avaliar uma grande quantidade de SKUs numa base individual não é prático (Lengu, Syntetos, & Babai, 2014).

Embora seja utilizada em diversas situações, a classificação de SKUs pode não ser o objetivo final em questão, mas uma forma de se alcançar outro tipo de objetivos, já foi referido anteriormente a questão da gestão de inventário e a minimização dos seus valores (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

Num estudo aplicado à grande distribuição, Marquês (2007) refere que a classificação de SKUs tem uma grande importância para seguir a quantidade necessária para cada produto, a previsão, volume e rotatividade de vendas, pois desta forma é possível determinar a capacidade de armazenagem e espaço necessário.

Para (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012), as empresas que possuem um elevado número de SKUs tem um desafio enorme em termos de controlo de produção e sistemas de inventário. Assim, a classificação de SKUs e a operacionalização de classes assumem uma importância muito grande devido a permitirem selecionar as classes de SKUs com base nas suas características e perceber quais as políticas, estratégias de produção e políticas de inventário adequadas, facilitando em muito a tomada de decisão, visto que as mesmas se aplicam a uma classe inteira de SKUs e não a cada item separadamente.

As classificações são geralmente baseadas na importância que o item representa para a organização. Assim, classificação de SKUs é um termo que na gestão de material e de stock é usado para selecionar políticas de controlo de inventário e as classes são determinadas com base em diferentes tipos de técnicas de categorização de inventário, uma das mais utilizadas é a técnica de Análise ABC (Khabbazi, et al., 2013).

Aliás este tipo de abordagem prova ser muito útil para a definição de prioridades de inspeção, visto que com o aumento de stocks e a consequente complexificação da sua

gestão permite controlar melhor a procura dos diversos SKUs e o seu custo adicional (Soylu & Akyol, 2014), prevenindo assim eventuais ruturas de stock.

Os gestores devem ter na classificação de SKUs uma importante ferramenta para que possam alcançar os objetivos a que se propõem (Khabbazi, et al., 2013), no entanto esta deve interrelacionar o objetivo da classificação, as características, a técnica e o contexto, e não considerar estes aspetos isoladamente (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

O foco de uma classificação SKU deve ser o de solucionar as seguintes questões: quais são os objetivos da classificação de SKU, quais as características usadas para classificar SKUs, que técnicas usar e como é que o contexto influencia a classificação (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

Porém, esta pode não ser uma tarefa fácil quando a organização tem a necessidade de incluir não só fatores quantificáveis, mas também não quantificáveis, como o caso das questões de segurança, características do aprovisionamento, tipo de manutenção adotada, perdas de produção, criticidade, entre outras e que representam uma importante preocupação, ou mesmo, uma questão fulcral na gestão de determinados itens (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004); (Flores & Whybark, 1987). Neste sentido muitos estudos referem a necessidade de técnicas de análise capazes de incorporar todos estes elementos, como é o caso do Método de Análise Hierárquica (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012); (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004); (Flores, Olson, & Dorai, 1992). Este método permite o escalonamento de diferentes critérios de classificação. Veja-se por exemplo na Figura 1 Molenaers et al. (2012) que utilizam o Método de Análise Hierárquica para poder integrar diversas características logísticas na classificação de sobressalentes como o tempo de reabastecimento, o número de potenciais fornecedores e a disponibilidade de especificações técnicas.

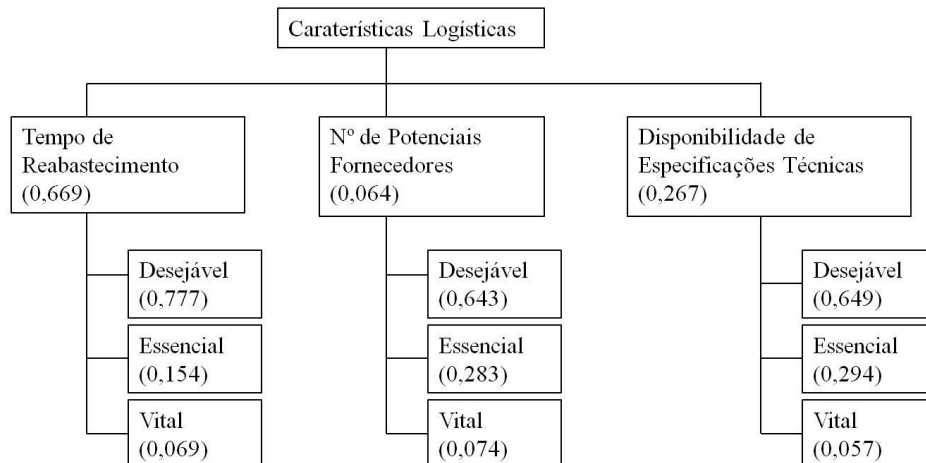


Figura 1 – Exemplo de aplicação do Processo de Análise Hierárquica, adaptado de Molenaers et al. (2012)

Os exemplos são vários, Bacchetti et al. (2013) referem mesmo que a classificação de SKUs ajuda a determinar requerimentos de serviço para diferentes classes e a facilitar a alocação mais apropriada do método de previsão e política de controlo de stock de cada categoria, apresentando um método de classificação hierárquico multicritério que aplicaram num fabricante de eletrodomésticos. Como podemos verificar na Figura 2 os autores integram diversos critérios (fase do ciclo de vendas, tempo de resposta a clientes, número de encomendas, frequência da procura, criticidade e valor) para definirem 12 classes às quais deverão corresponder determinadas políticas de gestão.

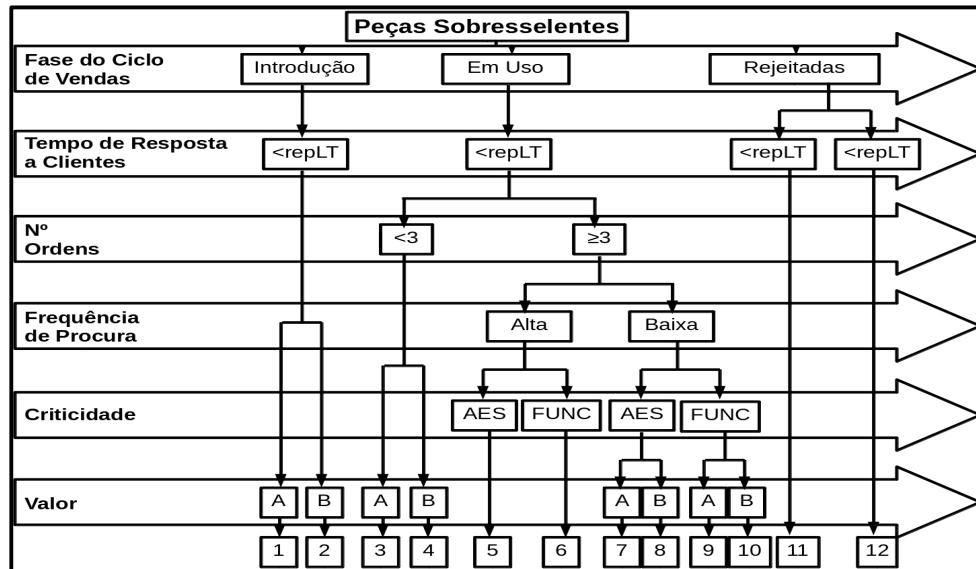


Figura 2- Esquema de Classificação Multicritério proposto por Bacchetti et al. (2013), no qual verificamos que no final temos 12 classes de SKUs, adaptado de (Bacchetti & Saccani, 2012).

Millstein et al. (2014) apresentam um modelo de apoio à decisão no qual otimizam os grupos de inventários, os níveis de serviços correspondentes e a avaliação dos grupos de SKUs. O estudo inclui uma variável inovadora pois, além de ser um modelo testado e aplicado a um caso real, é introduzida a cláusula de inventário sob um orçamento limitado. Este tipo de procedimentos, sob restrições orçamentais, auxiliará os gestores a especificar, a controlar de forma mais eficiente o desempenho das suas políticas de gestão de inventário. Na Figura 3 podemos observar o procedimento dinâmico que os autores apresentam para implementar grupos de inventário. Verifica-se que o procedimento é repetido todos os meses.

Classificar SKUs é operacionalizar classes, mas qual o número ideal de classes que uma classificação deverá apresentar é outro dos assuntos discutidos na literatura. Assim, como deverá a mesma classificação adaptar-se ao contexto da organização.

O objetivo de classificar é, acima de tudo, auxiliar e simplificar o processo de análise, logo o número de classes não deverá ser de tal forma elevado que o processo se torne demasiado complexo. A questão não é à partida consensual, Graham (1987) estabelece que o número

de classes ideais deverá ser 6, já Bacchetti et al. (2013) apresentam uma solução com 12 classes, Jouni et al. (2011) preconizam um modelo com 7 classes.

Apesar de tudo interessa ter presente que indústrias com objetivos e características semelhantes podem muito bem definir limites diferentes de classes na classificação dos seus SKUs. Eaves and Kingsman (2004) num estudo sobre o fornecimento de peças sobressalentes na Força Aérea Britânica confirmam que muitos dos SKUs associados a uma *smooth demand* em termos militares podem ser considerados intermitentes noutras indústrias. Importa reter que os limites entre classes são essencialmente uma decisão de gestão e podem nem sequer ter um significado intrínseco (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

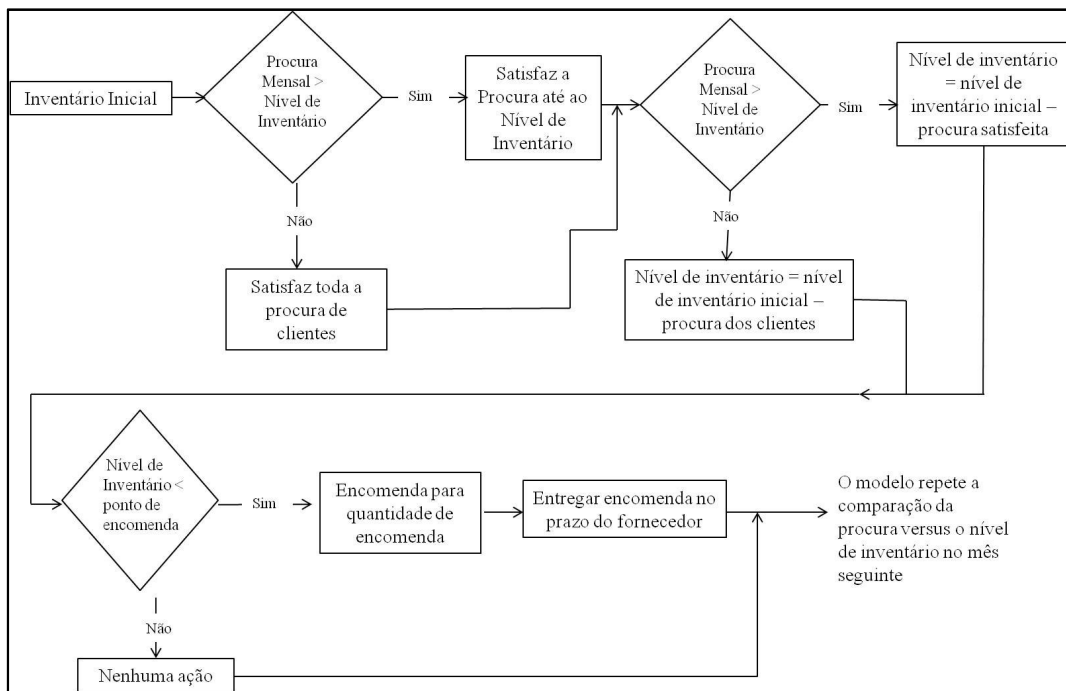


Figura 3 - Millstein et al. (2014) apresentam um esquema com procedimento dinâmico para formar grupo de inventário, adaptado (Millstein, Yang, & Li, 2014).

Os artigos analisados falam de classificações de SKUs num momento preciso no tempo, porém com novos itens a serem acrescentados ao stock, o mercado e a realidade das empresas a mudarem constantemente Van Kampen and Van Donk (2013) levantam diversas questões sobre se a classificação de SKUs não necessitará de ser revista e quando será oportuno fazê-la. Os autores, de facto, num estudo realizado para uma fábrica de lacticínios referem que esta é uma questão importante, que pode servir para aumentar a competitividade das empresas, mas não está isenta de riscos, por isso deve ser uma decisão muito ponderada. Daí ser necessário as empresas verificarem periodicamente a eficiência da sua classificação.

O controlo de inventário tem um objetivo relevante, que se situa em determinar o procedimento mais adequado da previsão e política de inventário para várias classes de procura (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013). Mas quais as características que deverão ser alvo da análise dos gestores ao serem elaboradas classificações de SKUs?

Rego and Mesquita (2011) revêm diversos métodos de classificação de SKUs com o objetivo de controlar inventário. Para concretizarem este objetivo verificam quais os tipos de controlo, os níveis de serviço e quais os custos relacionados, incluindo critérios na sua classificação como: nível de serviço e custos relacionados, valor, criticidade, procura e a fase do ciclo de vida do produto.

Teunter et al. (2009) testam para um conjunto de três bases de dados de diferentes empresas um modelo de classificação de SKUs, no qual o objetivo é minimizar o custo total de inventário, incorporando na análise subcritérios como: os custos de posse de inventário (por SKU e por unidade de tempo) taxa de procura, *penalty cost* de armazenagem e custo de encomenda.

Por seu lado, D'Alessandro and Baveja (2000) utilizam as características de volume e variabilidade da procura para classificar SKUs (vide Figura 4), ao passo que Talluir et al. (2004) conjugam a variabilidade da procura e do lead time para obterem uma classificação e de forma a perceberem quais os stocks de segurança que a multinacional farmacêutica analisada deveria ter.

		Baixo Volume				Alto Volume				
Alta Variabilidade	Quadrante 3: Baixo Volume, Alta Variabilidade					Quadrante 2: Alto Volume, Alta Variabilidade				
			Procura	Inventário	Dias de Inventário			Procura	Inventário	Dias de Inventário
	Granel	26	1,6	22	Granel	29	1,2	16		
	Embalados	9	0,8	32	Embalados	6	0,1	8		
	Total	35	2,4	24	Total	35	1,3	14		
	Nº Produtos			44	Nº Produtos			11		
Nº Produtos a Granel			15	Nº Produtos a Granel			8			
Nº Produtos Embalados de Inventário			37	Nº Produtos Embalados de Inventário			9			
Baixa Variabilidade	Quadrante 3: Baixo Volume, Baixa Variabilidade					Quadrante 3: Baixo Volume, Alta Variabilidade				
			Procura	Inventário	Dias de Inventário			Procura	Inventário	Dias de Inventário
	Granel	2	1,6	21	Granel	138	2,3	6		
	Embalados	0	0		Embalados	10	0,4	14		
	Total	2	1,6	21	Total	148	2,7	7		
	Nº Produtos			1	Nº Produtos			14		
Nº Produtos a Granel			1	Nº Produtos a Granel			14			
Nº Produtos Embalados de Inventário			0	Nº Produtos Embalados de Inventário			14			

Figura 4 – Matriz apresentada por D'Alessandro and Baveja (2000) onde se pode observar a classificação dos diversos itens em 4 classes, segundo a variabilidade e volume da procura, adaptado (D'Alessandro & Baveja, 2000).

Ramanathan (2006) inclui no seu esquema de classificação um modelo de pontuação de diversos fatores como custo unitário, valor de uso, criticidade e lead time, de forma a integrar todos estes fatores numa Análise ABC Multicritério. Childerhouse et al. (2002)

elaboraram a sua classificação baseados no ciclo de vida, janela de tempo do lead-time, volume, variabilidade e que os autores designaram de DWV³.

As características consideradas numa classificação SKU, como podemos verificar anteriormente podem diferir muito entre si, sendo essencialmente uma ponderação dos gestores sobre quais os aspetos relevantes para a sua organização e, mesmo dentro da própria as prioridades da classificação diferem, dependendo do objetivo para o qual existe inventário (Flores & Whybark, 1986).

Uma classificação que incorpore diversos critérios levanta a questão do peso que cada critério deve possuir na mesma. Assim, dependendo do tipo de SKU, do tipo de utilização, um critério pode ter mais importância do que outros. A título de exemplo, vejamos a questão de uma peça sobressalente, que seja específica de uma máquina, com poucos fornecedores, que tenha baixa procura, cuja falta pode provocar a paragem de toda uma linha de produção, neste caso a criticidade terá um peso muito maior que o seu custo unitário, porém, se falarmos de produtos de uso geral, com muitos fornecedores e com um lead time muito curto, este item não será crítico, mas interessa sobretudo avaliá-lo pelo seu custo.

Flores and Whybark (1986) para tentarem solucionar este problema constroem uma matriz de conjugação de critérios através da qual são definidas as políticas de gestão de inventário. Alertam somente para o facto de que o número ótimo de critérios a serem confrontados nesta matriz não deverá ultrapassar os três, visto que mais critérios aumentam muito a complexidade de análise.

Porém, Van Kampen et al. (2012) propõem uma framework que deverá responder a quatro objetivos de classificação: o objetivo, o contexto, as características do item e a técnica para classificar SKUs (vide Figura 5). As classes são classificadas não só com base na importância do item, mas no impacto que as características interrelacionadas têm.

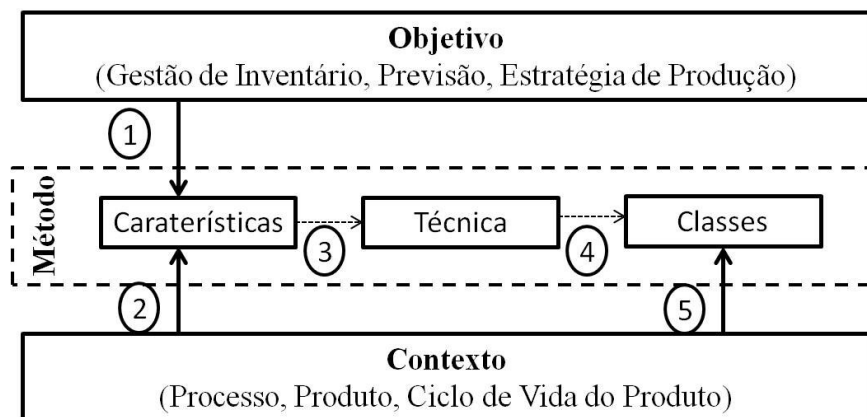


Figura 5 – Framework Conceptual para Classificação de SKUs, adaptado de van Kampen et al. (2012)

Fuller et al. (1993) propõem oito questões tipo para criar diferentes grupos de produtos de forma a definirem quais as operações logísticas que se adequam ao tipo de produto, de forma a acrescentar valor para os clientes.

Duchessi et al. (1988) usam um esquema de classificação bidimensional combinando custo de inventário e criticidade de peças com outros critérios (vide Figura 6). Ernst and Cohen (1990) introduzem a noção de cluster para definir grupos de política base. Gajpal et al. (1994) preconizam uma análise de criticidade usando o Processo de Análise Hierárquica (AHP) para classificação de peças sobressalentes.

Numa Análise ABC que divide os SKUs em três grupos de inventário, ABC, sendo que os itens que se encontram na classe A são classificados como sendo os que maior importância obtiveram em termos de valor, ao passo que os que se encontram na classe C são os que menor importância tiveram em termos de valor. Uma política adequada de gestão de inventário foca-se muito mais nos itens de classe A, do que nos de classe C (Soylu & Akyol, 2014). Porém, estes autores ressaltam que a questão do multicritério pode auxiliar muito. Os critérios a adotar podem diferir muito de indústria para indústria (Soylu & Akyol, 2014), chegando mesmo as características específicas da indústria a puder afetar o resultado da classificação e daí o contexto ser uma consideração muito importante (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

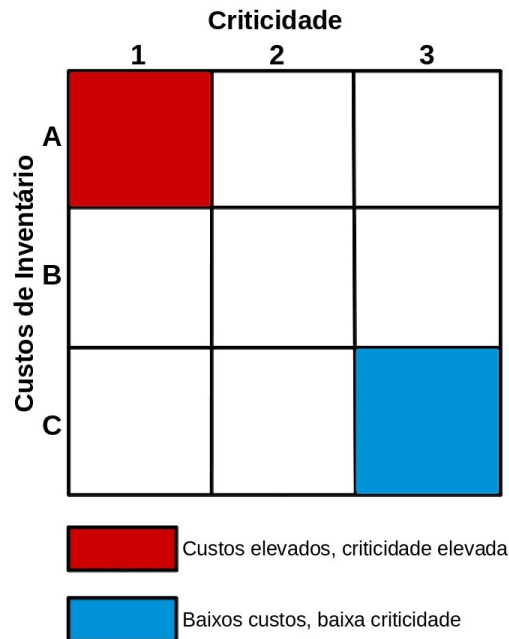


Figura 6- Matriz de Classificação de Sobressalentes custo-criticidade, adaptado de (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988)

Porém, deve lembrar-se a importância de relacionar as características, as técnicas de classificação com a problemática do contexto. Embora, dentro da mesma organização os parâmetros possam possuir níveis de importância diferentes, deve ter-se especial atenção

quando se aplica a mesma solução de classificação a um contexto diferente. Williams (1984) conduziu um estudo para desenvolver um esquema de classificação para gerir SKUs numa instituição pública no Reino Unido. Sugeriu uma solução de cinco quadrantes, na qual a classificação foi desenvolvida com base na ideia que se chama de partição de variância. Por exemplo a variância do lead-time da procura é analisada através dos seus componentes: a variância do número de encomendas, a variância do volume das encomendas e a variância do lead-time. Porém, Eaves (2002) ao tentar replicar o mesmo modelo na sua tese de doutoramento teve diversas dificuldades em aplicar este estudo, tendo que realizar diversas adaptações ao modelo proposto por Williams.

Podendo não ser um objetivo em si mesmo, a classificação de SKUs tem como meta usar a semelhança dos itens com visões de diferentes propriedades para sistematicamente classificar produtos (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012). A classificação de SKUs é uma parte essencial para uma boa gestão de sistemas de inventário ((Huiskonen, 2001), (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013) e (Boylan, Syntetos, & Karakostas, 2008)), determinando de forma mais precisa um foco de atenção para a gestão, o método mais adequado de controlo de inventário, de previsão de procura e estabelecimento diferentes metas para níveis de serviço e rotatividade de stocks.

Aliás, a Logismaster (2011), empresa especializada em Logística de Materiais, refere que uma correta classificação de SKUs é extremamente importante em termos de requisição de material, visto que é fundamental atribuímos diferentes identificações quando existir qualquer tipo de diferenciação. Esta distinção pode ser feita a nível do tipo, marca, princípio ativo, dimensões, peso, estado físico, qualidade, cor, embalagem, apresentação, origem, ou qualquer outra característica de identidade específica.

A classificação de SKUs é indispensável e muito vantajosa ao permitir que o sistema de inventário auxilie a tomada de decisões corretas em diferentes situações, como a categorização de itens e o seguimento sistemático da disponibilidade do produto, o planeamento da produção e o sistema de aplicações de controlo de inventário ((Khabbazi, et al., 2013) e (Soylu & Akyol, 2014)).

Para gerir corretamente inventários é necessário a definição de quantidade de encomenda e produção, ponto de encomenda, stocks de segurança, entre outros. Neste tipo de decisões uma classificação de SKUs pode prestar importantes contribuições, auxiliando os gestores a tomar decisões na seleção de métodos apropriados de previsão e controlo de stocks, assim como a estabelecer objetivos apropriados ((Bacchetti, Plebani, Saccani, & Syntetos, 2013) e (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012)), permitindo um equilíbrio mais racional entre custos de posse de inventário e riscos de stock-out.

Como já referido aquando da definição de Classificação SKU, esta pode não ser o objetivo em si mesmo, mas uma forma de alcançar outros propósitos, como por exemplo a redução de inventário (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012). Desta forma, os gestores

devem focar-se nas classes de itens que consideram prioritárias, porém, esta classificação não deve ser dissociada do planeamento de produção (Soylu & Akyol, 2014).

Muitos são exemplos de classificações SKU que são usadas para reduzir níveis de inventário focando-se no rápido movimento de stocks, porém quando a grande maioria dos produtos são *slow movers*, como acontece com as peças sobressalentes, a seleção de classes de SKU deve ser influenciada por outras características, como a sua criticidade e obsolescência (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012).

A classificação que é realizada com o objetivo de estabelecer métodos de previsão, facilita a seleção mais apropriada do método de previsão. Porém, a previsão levanta diversos problemas, nomeadamente na questão das peças sobressalentes, nas quais é necessário prever uma procura de pequenos volumes e com um intervalo de tempo altamente variável. Neste campo são muitos os estudos que se dedicam a este assunto, nomeadamente os de Syntetos e Boylan, que revem os métodos tradicionalmente usados, como o de Croston, e chegam mesmo a criar o Método SBA (Syntetos-Boylan Approximation (Syntetos & Boylan, 2005)). Importa reter nestes estudos que estas decisões sobre a previsão de peças sobressalentes se podem apoiar numa classificação SKU ((Syntetos & Boylan, 2005), (Boylan, Syntetos, & Karakostas, 2008), (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013)).

As empresas estão sob o constante signo da mudança, o que cria problemas adicionais, como o aumento da quantidade de stock, a consequente complexidade para controlar mais SKUs, gerir o espaço e custos adicionais (Soylu & Akyol, 2014). Porém, práticas de gestão corretas impõem limites máximos para a posse de inventário e valores de stock. A classificação de itens tem um papel importante ao facilitar a previsão e controlo de stocks, mesmo quando existe um elevado número de SKUs (Lengu, Syntetos, & Babai, 2014), procedendo-se a um escalonamento dos mais importantes ou dos que devem ter um tratamento preferencial da gestão.

Determinar a estratégia de produção pode ser outro grande objetivo de uma classificação de SKUs. Alguns estudos neste campo exemplificam como uma classificação pode auxiliar na tomada de decisão de produzir para stock ou por encomenda ((van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012), (Köber & Heinecke, 2012)). Fisher (1997) discute qual a Cadeia de Abastecimento mais apropriada para determinado produto, Fuller et al. (1993) analisam o desenho da logística. Porém, importa aqui ressaltar que embora alguns destes estudos não refiram diretamente a classificação de SKUs todos eles se baseiam neste princípio.

Ao falarmos em desenvolver uma classificação SKU apropriada, podemos de fato observar os seus objetivos de diversos prismas, no caso da manutenção e dos sobressalentes verificamos que os critérios que mais ressaltam são a falha da máquina, tempos de entrega, confiança no fornecedor e criticidade do item (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012).

A classificação de peças sobressalentes serve diferentes objetivos, os operadores de armazém estão interessados em agrupar itens similares para poderem exercer precauções extra contra roubo, a gestão está interessada nas peças que gerem maior retorno; os estrategas estão mais concentrados em que fase de ciclo de vida que necessita de serviços (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013). Se considerarmos produtos de uso geral os critérios que serão mais importantes estarão relacionados com valor, volume, lead time e número de fornecedores.

Numa tentativa de sistematização na Figura 7 podemos visualizar as diversas fases do processo de classificação de SKUs. Assim, verifica-se que a base de toda a classificação de SKUs tem em conta o contexto no qual a organização se insere, pois é o contexto que condicionará os objetivos da classificação e as características dos SKUs. Assim, após a clarificação do(s) objetivo(s) da classificação (gestão de inventário, previsão e estratégia de produção) e que tipos de SKUs se detém é (são) definida(s) a(s) técnica(s) de classificação de SKUs. Só após estas definições clarificadas é que se pode operacionalizar classes (agrupar SKUs) atribuindo a cada classe a sua política de gestão de inventário, previsão de procura e técnicas de planeamento de produção. Observa-se que este é um processo cíclico que deverá ser revisto periodicamente.

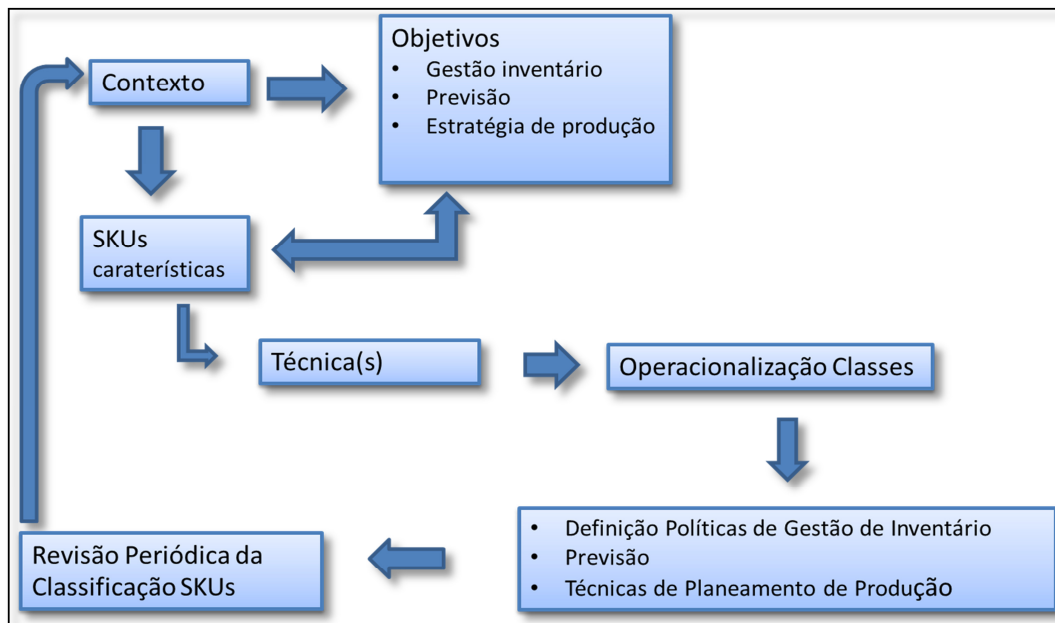


Figura 7 – Processo de Classificação de Stock Keeping Units

2.2 Consumíveis/Sobressalentes aplicação da classificação

A literatura de classificação de SKUs tem um objetivo muito preciso, que deverá adaptar-se ao contexto em que a organização se insere. Outro fator importante é que a classificação de materiais poder ser sobreposta, ou seja, o mesmo item de stock pode ser classificado de várias formas.

Segundo Muller (2011) existem diversos tipos de stock: de processo (*WIP, Work in Process*), acabado e matérias-primas, mas adverte que por questões funcionais podem ser consideradas ainda outras categorias, como consumíveis e MRO (serviço, reparação, *replacement* e sobressalentes).

Se sobre as matérias-primas e produtos acabados não existem grandes dúvidas sobre a sua definição, importa aqui fazer a distinção entre peças sobressalentes e consumíveis. As peças sobressalentes distinguem-se de outro tipo de inventário nas empresas (Rego & Mesquita, 2011). A função destas é serem fornecidas ao pessoal para a manutenção do equipamento, de forma, a que este possa operar em condições (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012) e (Kennedy, Patterson, & Fredendall, 2002)). Visto que são o suporte das tarefas de manutenção, novos investimentos e modificações devem assegurar o mínimo de paragens possíveis.

Na questão de peças sobressalentes é necessário fazer a distinção entre descartáveis e reparáveis, ou seja devido ao elevado custo que muitos sobressalentes apresentam pode ser vantajoso para a organização reparar uma peça ao invés de adquirir uma nova. Porém, estes custos devem refletir-se no inventário (Rego & Mesquita, 2011).

As peças sobressalentes são efetivamente um “cluster” da classificação de SKUs. As suas características de consumo, com uma procura muitas vezes errática, e as consequências que podem ter na produção levam a que sejam um tema muito explorado e pertinente. A questão da classificação deste tipo de SKUs é realmente muito importante visto ser necessário um controlo muito eficaz e que se concentrem esforços (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011).

Assim dependendo do tipo de estudos, os autores enfatizam um ou outro campo, como por exemplo na questão da previsão. Este campo reveste-se de grande relevância devido ao facto de ser necessário equilibrar os custos de posse de inventário com os riscos de stock-out, pois o impacto que podem ter em termos financeiros e na produção da empresa, devido a reparações não planeadas e ao facto de muitos sobressalentes apresentarem uma procura errática, requerem elevados investimentos.

A gestão de inventário de peças sobressalentes pelas suas especificidades beneficia em muito deste tipo de categorização, mostrando ser uma importante ferramenta para auxiliar os gestores a dirigirem a sua atenção para os SKUs mais importantes, facilitando, assim, o

processo de decisão (Syntetos, Keyes, & Babai, 2009). E como qualquer outra classificação de SKUs, a classificação de sobressalentes deve categorizar as peças em classes e atribuir-lhes características distintivas relevantes para o contexto em que se insere a empresa (Kennedy, Patterson, & Fredendall, 2002).

As diversas classificações de sobressalentes não podem, como no caso dos restantes SKUs, basear-se somente num único critério, assim dependendo do sobressalente em questão, do equipamento em que está instalado podem ter que ser considerados diversos critérios, como: disponibilidade requerida no sistema, *essentiality*, preço, peso, volume, disponibilidade de peças no mercado e eficiência de reparação (Petrović & Petrović, 1992). Huiskonen (2001) aponta quatro características elementares para classificar sobressalentes: a criticidade, a especificidade, o padrão de procura e o seu valor.

Porém, Molenaers (2012) chama a atenção que ao classificar sobressalentes, a criticidade é essencial e este critério deve ter grande importância para a definição de políticas eficientes de gestão de inventário, porém alerta que o risco percebido da não disponibilidade do item e as suas consequências têm de ser corretamente avaliadas, sob pena de se armazenar mais do que o necessário.

A questão das peças sobressalentes é de facto muito complexa, visto que são itens muito diversos, com custos, características muito diferentes, requerimentos de serviço e padrões de procura completamente díspares, daí ser fundamental a elaboração de uma cuidada classificação, para que políticas de inventário possam ser definidas corretamente (Boylan & Syntetos, 2010).

A complexidade deste tipo de SKUs revela-se não só na sua criticidade, no seu padrão de procura, requisitos de serviço, lead time, mas complexifica-se, sobretudo, quando se introduz outra variável como a obsolescência (Bacchetti, Plebani, Saccani, & Syntetos, 2013). Esta característica coloca um contraponto na questão da criticidade, visto que, a criticidade obriga a um maior stock de segurança, porém a obsolescência força a que o gestor verifique a validade do sobressalente e se será uma mais valia armazená-lo sob pena deste se deteriorar.

A acrescentar ao grau de complexidade deste tipo de itens temos de considerar não só os fatores internos a puderam ser responsáveis pelo desempenho das políticas de inventário, mas igualmente o desempenho dos fornecedores (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011).

Das características de sobressalentes ressalta ainda o facto de estas serem mais uma função de como o equipamento é utilizado e é mantido (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012), (Huiskonen, 2001), (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988)), do que das peças em si mesmo, podendo muitas vezes a manutenção gerir e planear tempos de ação, tornando a gestão de quantidade e de peças muito mais facilitada, fala-se assim numa manutenção preventiva (Bacchetti, Plebani, Saccani, & Syntetos, 2013) e (Kennedy, Patterson, & Fredendall, 2002)). Porém, nem sempre é possível aplicar uma manutenção

preventiva e as falhas e avarias ocorrem num tempo completamente inusitado (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008), daí passarmos a ter uma manutenção não planeada ou corretiva.

A manutenção programada/preventiva requer que as peças sejam pedidas mediante uma programação específica, assim não existe qualquer necessidade de stock. Porém, as manutenções não planeadas são as que mais preocupam a gestão devido às consequências que podem ter, sendo desta forma prioritário acautelar algum stock de segurança, para minorar possíveis perdas de produção (Kennedy, Patterson, & Fredendall, 2002).

Neste sentido, as políticas de stock de peças sobressalentes frequentemente incluem ponderações sobre se estes SKUs devem ou não ter algum tipo de stock, pois devido à sua procura tão errática esta hipótese tem de ser ponderada e pesada com o risco de stock out, obsolescência, custo e as suas consequências na organização.

Na indústria quando existe uma necessidade de substituição de peças ou componentes ocorre muitas vezes devido a falhas, o que requer a intervenção da manutenção. Numa situação destas, uma das ações é o fornecimento do sobressalente em falta que irá influenciar em muito o tempo de correção da mesma (Bertolde & Junior, 2013). Muitas destas peças sobressalentes não podem ser empregues nouro tipo de equipamento, por isso têm uma função específica, podendo decorrer daí um elevado risco de obsolescência.

A classificação de peças sobressalentes é de facto preponderante em contexto industrial e como já tem vindo ser referido um dos critérios que mais impacto tem na questão destes SKUs é a questão da criticidade. Boylan and Syntetos (2010) referem que a criticidade é um aspeto que se adequa mais para sistemas técnicos do que para produtos de consumidores finais, visto que neste campo se fala sobretudo em peças e ferramentas usadas na indústria.

Considerando a criticidade como um dos aspetos mais importantes na classificação sobressalentes, são utilizadas diversas técnicas para avaliar este critério, uma delas é a Análise VED. Esta é uma análise em que os itens são avaliados tendo como base a sua funcionalidade e sendo classificados os SKUs como vitais, essenciais e desejáveis (VED) (Rego & Mesquita, 2011).

Outra técnica muito utilizada na medição da criticidade é a FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis) que tem como propósito avaliar o nível de criticidade através da probabilidade de falha e as consequências que a mesma poderá ter no processo produtivo (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004).

No entanto, um único critério pode conduzir a situações de grave ineficiência, daí continuar a ser importante um método de classificação multicritério (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012) para auxiliar a organização a identificar itens de stock críticos. Os esquemas de classificação multicritério aumentam em muito a complexidade da análise, nomeadamente quando se fala de uma cadeia de abastecimento longa.

A Classificação ABC multicritério continua a ser uma abordagem muito pertinente para este tipo de avaliação. Aqui é de referir Ramanathan (2006) que elabora um modelo de otimização linear no qual maximiza o peso da soma do critério para o item do inventário considerado resolvido e resultando em pesos que são avaliados como pesos favoráveis do item.

A ligação entre política de gestão de stock e a sua classificação é crucial para resolver o dilema das peças sobressalentes. Mesmo dentro da mesma empresa os diversos setores podem atribuir diferente importância aos SKUs (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012).

Botter and Fortuin (2000) desenvolvem, para um caso de estudo, uma classificação multicritério no qual definem claramente a criticidade dos itens e estabelecem uma distinção entre vital, essencial e desejável. O critério da criticidade é uma função do tempo de resposta, consumo, funcionalidade, preço, tempo de entrega, reparação e fase do ciclo de vida do sobressalente.

Outro tipo de classificação é construída por Parodi and Pintelon (2007), citados por Molenaers et al. (2012), para a classificação de sobressalentes, em que criam uma matriz bidimensional na qual conjugam dois critérios- criticidade e especificidade. O resultado desta classificação são 4 categorias: itens não críticos, itens estratégicos, itens críticos e itens especiais.

É recomendável que o consumo de peças sobressalentes seja equilibrado com a procura de sobressalentes (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008). Os gestores, no caso de peças sobressalentes, têm de considerar que existem alguns equipamentos que não exigem uma ação imediata, logo em caso de stock-out permitem algum lead-time tornando-se assim os SKUs menos críticos, ao passo que peças que exijam substituição imediata tem uma elevada criticidade em caso de falha de stock (Huiskonen, 2001).

Apesar, do critério da criticidade ser largamente apontado por diversos autores não existe uma definição clara das fronteiras deste conceito. Normalmente este parâmetro é expresso no impacto que a armazenagem pode ter na produção, segurança e ambiente. Ressaltando-se ainda, que o conceito de criticidade depende muito de um conjunto de fatores o que a torna difícil de medir de uma forma formal e uniforme (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012).

Ao refletir sobre o critério da criticidade verificamos que este é extremamente importante, mas adquire uma importância muito maior quando o situamos num contexto industrial. Assim, verificamos muitas vezes que a criticidade é entendida como o tempo que a falha tem para ser corrigida (Huiskonen, 2001). O grau de criticidade é alto se a falha tiver de ser corrigida de imediato e as peças fornecidas prontamente; será moderado se a falha puder ser minimizada através de arranjos temporários, dando uma pequena folga para que a peça

possa ser abastecida; baixo se a falha não é crítica e puder ser corrigida e as peças sobressalentes puderem ser fornecidas após um longo período de tempo.

Huiskonen (2001) refere que a criticidade pode ter duas componentes, o processo de criticidade e o controlo de criticidade. O processo de criticidade está relacionado com as consequências da falha do item ou com a armazenagem em termos de consequências de perda de produção, falhas de segurança ou ameaças ambientais. O controlo da criticidade refere-se à possibilidade de controlar a disponibilidade de uma parte sobressalente. Porém, Jouni et al. (2011) já consideram que o controlo da criticidade está mais relacionado com o risco de disponibilidade do item que é medido em termos de variância e precisão do lead-time das quantidades de entrega.

Outra importante característica que importa considerar na classificação de SKUs, e na de sobressalentes, é a comunalidade.

A comunalidade pode ser definida como o número de utilizações que o sobressalente pode ter, por outras palavras se é utilizado em muitos equipamentos ou em muitas manutenções (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008). Esta característica não se apresenta de fácil medição, porque se por um lado verificamos que se podem obter economias de escala por causa da sua utilização frequente e poupanças substanciais por existirem stocks partilhados, o risco aumenta consideravelmente quando existe o perigo de stock-out. Daí este critério ter um impacto positivo na importância do item (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008).

A questão da importância de peças sobressalentes pode ser auferida através de um outro critério, a ter em linha de conta, que é a questão da substituíbilidade. Por outras palavras devemos perceber se o SKU tem um substituto. Se for possível encontrar um substituto que garanta a qualidade, as funções e características isto pode contribuir em muito para a redução da sua importância, atribuindo uma maior flexibilidade e redução do tempo de resposta em caso de falha. Porém, deve sempre ressaltar-se que neste tipo de casos, os técnicos devem ter uma participação elevada na decisão de substituir um item por outro equivalente. A existência de diversas alternativas conduz inevitavelmente a uma redução de stocks.

A substituíbilidade pode ter outra componente e relacionar-se com a existência de diversos fornecedores para o mesmo item. Aqui temos de contar com peças standard, na qual existem muitos utilizadores e diversos fornecedores e portanto a questão da disponibilidade não se coloca; ou podemos ter peças desenhadas, que são itens muito específicos e para um fim muito preciso, logo, não existem grandes stock e os fornecedores são muito diminutos.

Vários são os critérios para classificar SKUs, estes podem ser encontrados nos artigos analisados e que servem de suporte a este estudo. A Tabela 1 mostra quais os principais critérios utilizados na classificação de SKUs e os estudos em que foram usados.

Tabela 1- Critérios de classificação de SKUs na literatura

Critério	Autores
Custo/Valor	(Flores & Whybark, 1986), (Flores & Whybark, 1987), (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988), (Ernst & Cohen, 1990), (Petrović & Petrović, 1992), (Huiskonen, 2001), (Sharaf & Helmy, 2001), (Partovi & Anandarajan, 2002), (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), (Ramanathan, 2006), (Vieira, 2006), (Ng, 2007), (Marquês, 2007), (Childerhouse, Aitken, & Towill, 2002), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008), (Teunter, Babai, & Syntetos, 2009), (Rego & Mesquita, 2011), (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011), (Aydin Keskin & Ozkan, 2013)
Criticidade	(Flores & Whybark, 1987), (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988), (Ernst & Cohen, 1990), (Petrović & Petrović, 1992), (Flores, Olson, & Dorai, 1992), (Gajpal, Ganesh, & Rajendran, 1994), (Huiskonen, 2001), (Sharaf & Helmy, 2001), (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), (Ramanathan, 2006), (Vieira, 2006), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008), (Bošnjaković, 2010), (Rego & Mesquita, 2011), (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011), (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012), (Bacchetti & Saccani, 2012), (Aydin Keskin & Ozkan, 2013)
Caraterísticas de Abastecimento/incerteza	(Ernst & Cohen, 1990), (Sharaf & Helmy, 2001), (Partovi & Anandarajan, 2002), (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), (Eaves & Kingsman, 2004), (Ramanathan, 2006), (Vieira, 2006), (Ng, 2007), (Marquês, 2007), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012), (Millstein, Yang, & Li, 2014)
Volume/Valor Procura	(Flores & Whybark, 1986), (Flores & Whybark, 1987), (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988), (Petrović & Petrović, 1992), (Flores, Olson, & Dorai, 1992), (Sharaf & Helmy, 2001), (Partovi & Anandarajan, 2002), (Childerhouse, Aitken, & Towill, 2002), (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), (Ramanathan, 2006), (Ng, 2007), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (Syntetos, Keyes, & Babai, 2009), (Teunter, Babai, & Syntetos, 2009), (Rego & Mesquita, 2011), (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011), (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012), (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012), (Aydin Keskin & Ozkan, 2013), (Millstein, Yang, & Li, 2014)
Variabilidade da Procura	(Williams, 1984), (Ernst & Cohen, 1990), (D'Alessandro & Baveja, 2000), (Huiskonen, 2001), (Childerhouse, Aitken, & Towill, 2002), (Eaves & Kingsman, 2004), (Syntetos & Boylan, 2005), (Boylan & Syntetos, 2007), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008)
Ciclo de Vida	(Sharaf & Helmy, 2001), (Childerhouse, Aitken, & Towill, 2002), (Rego & Mesquita, 2011), (Bacchetti & Saccani, 2012)
Especificidade	(Huiskonen, 2001), (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008)
Outros	(Petrović & Petrović, 1992), (Flores, Olson, & Dorai, 1992), (Childerhouse, Aitken, & Towill, 2002), (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), (Bacchetti & Saccani, 2012)

2.3 Tipos de classificação adotadas - Critérios/Limitações

Van Kampen et al. (2012) afirmam que para se criar uma classificação de SKUs as empresas necessitam de responder a duas questões: como é que utilizarão as classes SKU e como é que os limites entre SKUs são delimitados.

Embora este tema seja amplamente tratado, os artigos não elucidam claramente sobre o porquê da escolha de um método de classificação em detrimento de outro (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012) e as técnicas que podem ser utilizadas para classificar SKUs são inúmeras.

2.3.1 Análise ABC

A técnica de análise mais difundida entre gestores é a Análise ABC, em que os itens são classificados em grupos baseados no seu valor e volume de procura. Porém, este tipo de análise mostra-se claramente ineficiente quando as empresas detêm um inventário nada homogêneo e é importante introduzir outros critérios de classificação que não o valor e volume de procura, mas sim critérios que tenham importância para a empresa.

A situação de avaliar o inventário, somente, mediante o valor e o volume da procura pode conduzir a situações de ineficiência, devido ao inventário não ser homogêneo e a diferença crucial entre itens não se colocar só ao nível de custos. Será importante introduzir na Análise ABC outros critérios para além de valor e o volume de procura, como o padrão de procura, criticidade e lead time, entre outros, preconizando assim análises ABC multicritério.

Na Análise ABC é o valor de consumo anual que determina a classe de SKU, porém, introduzir outros critérios como lead time, criticidade, custo de encomenda, reparação e durabilidade, pode auxiliar na melhoria de investimentos de inventário (Huiskenon, 2001). A Análise ABC é uma abordagem muito simples e de fácil utilização pelas indústrias e pode estender-se a uma análise multicritério, que inclua diversos itens de análise.

Alguns autores solucionaram a questão, construindo classificações ABC Multicritério. Flores et al. (1992) referem que a classificação ABC multicritério pode ser uma ferramenta muito útil de auxílio à gestão. Assim, os autores apresentam uma abordagem que permite a ponderação de critérios como lead-time e criticidade possibilitando que sejam considerados na classificação.

No seu artigo Bacchetti et al. (2013) propõem um método de classificação com base em 6 dimensões, que resultam em 12 classes diferentes, para as quais foram propostas diferentes políticas de inventário e previsão (vide Figura 2).

Como já referido anteriormente, a classificação ABC é uma das abordagens mais utilizadas no momento de classificar inventário, porém, a comunidade acadêmica e os gestores sentem a necessidade no seu quotidiano de ir mais além, e considerar nas suas análises muitos dos critérios incluídos nos parágrafos anteriores, e não só o valor e volume da procura, mas também a criticidade, lead time, etc. Para se conseguir elaborar uma classificação de SKU, a análise ABC mostra-se muito redutora, pois a utilização de um único critério não é, na maioria das vezes, o método mais adequado ((Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012) e (Flores & Whybark, 1986)).

A análise ABC clássica pode apresentar o problema de enfatizar demasiados itens de elevado custo anual, mas de pouca importância para a produção/operações da empresa ou mesmo relegar para um plano secundário itens que apesar de um baixo custo anual são de importância extrema para a empresa (Flores, Olson, & Dorai, 1992).

Apesar de tudo, como Ramanathan (2006) nota que a análise ABC é uma abordagem muito bem conseguida quando o inventário classificado é homogéneo e a principal diferença entre itens é o seu valor de uso anual, mas ressalva que apesar deste pormenor isto não invalida que a análise ABC não continue a ser uma forma de classificar itens de inventário. Ramanathan (2006) sugere assim que esta se adapte e sejam incluídos outros critérios que irão depender do contexto no qual a empresa se insere e do objetivo da classificação, apresentando um modelo de otimização linear simples para se solucionar o problema multicritério de classificação de inventário, visto que neste ponto se pode colocar a questão de qual a importância relativa de cada critério, ou se todos os critérios deverão ter o mesmo peso.

A análise ABC pode ser facilmente ampliada em mais classes (Teunter, Babai, & Syntetos, 2009), porém, segundo Graham (1987) estas não se devem estender além de seis. Este tipo de método para classificação de inventário com múltiplos critérios é uma classificação bastante razoável, de fácil implementação e compreensão por partes dos gestores (Soylu & Akyol, 2014).

Enquanto ferramenta de auxílio à gestão, a análise ABC mostra-se uma importante ferramenta para elevar a eficiência da gestão ao colocar o enfoque nos produtos de classe A. Porém, quando múltiplos critérios são utilizados a complexidade aumenta. Flores and Whybark (1986) e Flores et al. (1992) referem que o número de critérios a ser utilizado para gerir inventário e, mesmo a importância que cada um deve assumir, varia de empresa para empresa, ou mesmo entre secções na mesma organização. Huiskonen (2001) reforça esta ideia referindo que mesmo conseguindo uma otimização da análise ABC com multicritério, ela pode ter diversos critérios mediante a indústria ou mediante a empresa.

2.3.2 VED- Análise de Criticidade

A análise VED que classifica os itens mediante a sua criticidade, em SKUs Vitais, Essenciais e Desejáveis. Porém, esta é uma análise que requer alguns *inputs* qualitativos por parte dos gestores e como alertam Cavalieri et al. (2008) pode ser uma tarefa de difícil execução pela subjetividade que lhe está inerente. Os autores apresentam duas soluções para resolver o problema da subjetividade, uma é a utilização do Processo de Análise Hierárquico, na qual se analisam os motores da criticidade. Outra solução prende-se com a Classificação BRIC (B – Break down effects, R, running, I, importance in the productive process, C, conditions of ageing) de Cirillo (1999), citados por Cavalieri et al. (2008) e na qual são atribuídos valores de 1 a 5 mediante a BRIC aos elementos da criticidade e multiplicados entre si para se encontrar o nível respetivo de criticidade.

2.3.3 A Análise FNS/FSN

A Análise FNS/FSN (Fast, Normal, Slow Moving) é outra abordagem usada que classifica os produtos com base na sua taxa de procura. É definida uma taxa consumo para um período determinado (ano, mês), mediante este número, itens que ultrapassem a taxa definida, são fast moving, caso sejam iguais ou inferiores são normal moving, com uma taxa muito reduzida de consumo são slow moving. Porém, esta análise apresenta uma variação, em vez de FNS, poderá designar-se FSN (Fast, Slow, Non- Moving), assim os itens abaixo da taxa definida são slow moving itens e aqueles que não apresentam qualquer taxa de consumo são non-moving itens (Cavalieri, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008). Esta análise mostra-se particularmente importante para identificação de itens de inventário obsoletos.

2.3.4 Variabilidade da Procura

Outra alternativa à Análise FNS/FSN é a análise da variabilidade da procura, na qual se classificam SKUs mediante a sua variabilidade anual ((Celebi, Bayraktar, & Aykaç, 2008) e (D'Alessandro & Baveja, 2000)). Através da medição da variabilidade da procura espera-se determinar padrões de procura (Syntetos & Boylan, 2005), apesar de a Análise FNS/FSN determinar qual a frequência de procura de um item, esta não permite a identificação de picos de procura, podendo assim não serem identificados possíveis padrões de procura erráticos ou mesmo picos de consumo de determinados itens (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013).

Celebi (2008) por exemplo identifica no seu estudo 4 padrões de procura – constante, com tendência, sazonal e irregular. Syntetos and Boylan (Syntetos & Boylan, 2005) classifica os SKUs mediante variabilidade da procura em contínua, intermitente, errática.

O objetivo deste tipo de caracterização auxilia muito os gestores na definição de políticas de gestão de stock (Syntetos & Boylan, 2005), mostrando de forma mais nítida quais os SKUs que deverão ter associado um stock de segurança, visto que preconizam quais os SKUs com procuras mais previsíveis ou completamente erráticas (D'Alessandro & Baveja, 2000).

A análise da variabilidade da procura é assim o resultado do coeficiente da variabilidade, que se encontra mediante o cálculo do desvio padrão pela média da procura, permitindo uma comparação da variabilidade entre SKUs com consumos distintos e heterógenos quanto à sua distribuição no tempo.

2.3.5 Outras

Embora, a Análise ABC seja uma das soluções mais populares entre os diversos autores, muitos são os que optam por apresentar outras abordagens para classificação de SKUs. Braglia et al. (2004) usam uma classificação multi-atributo na qual através de uma árvore de decisão utilizam processos analíticos hierárquicos para resolver as diversas situações. É definida uma matriz de política de inventário para ligar as diferentes peças sobressalentes com as possíveis políticas de inventário, assim como para identificar a melhor estratégia de controlo de stock.

Renato Vieira (2006), num exemplo de análise multicritério, congrega os resultados de diversas análises num quadro no qual confronta as técnicas ABC, XYZ e 123 para conseguir classificar materiais, na indústria de enlatados de pesca.

A Análise de Criticidade XYZ é outro tipo de avaliação na qual a característica mais importante é a criticidade. Porém, esta é uma análise profundamente qualitativa em que os gestores analisam fatores como o impacto da falha de um SKU. Assim, a classe de itens X é composta por itens de baixa criticidade, a classe Y, são itens críticos e a classe Z engloba os itens vitais (Bonin, 2010).

A Análise 123 é uma classificação que está relacionada sobretudo com o processo de aquisição de SKUs. Esta análise é bastante subjetiva visto os critérios em análise dependem da decisão dos técnicos de compras, identificação e qualificação de fornecedores, capacidade de resposta e atendimento de encomendas, grau de confiança de resposta em termos de prazos e cumprimento de especificações. Desta forma, à classe 1 correspondem materiais de aquisição muito difícil, pois envolvem diversas variáveis de sazonalidade, poucos fornecedores, lead times longos; na classe 2 estão itens com uma

aquisição menos complexa e na classe 3 os itens de fácil aquisição, com diversas alternativas de disponibilidade no mercado.

Devem ser igualmente citados num trabalho deste tipo outras técnicas de análise muito específicas e que utilizam os mais sofisticados modelos de análise, como caso das redes neuronais como os trabalhos de Partovi and Anandarajan (2002) e dos **algoritmos** genéticos de Altay Guvenir and Erel (1998).

São inúmeras as técnicas usadas para classificar SKUs Van Kampen et al. (2012) distinguem-nas em dois grandes grupos, as técnicas qualitativas – na qual se pretende recolher dados sobre as opiniões, as formas de atuação dos gestores, conhecimento tácito e estabelecer um ranking entre as diferentes características- ou quantitativas, como se pode observar na Tabela 2.

Tabela 2- Técnicas de Classificação de SKU, adaptado de (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012)

Fonte de conhecimento	Técnica
Qualitativas	VED
	AHP
	TOPSIS
	Distance Modelling
Quantitativas	Análise ABC tradicional
	FSN/FNS
	Análise ABC Bi-Critério
	Matriz 2x2 /Gráfica
	Árvore de Decisão
	Perfis Tipo
	Análise de Cluster
	Técnicas de Otimização
	Redes Neurais
Algoritmos Genéticos	

Estas ferramentas são implementadas em softwares de gestão que auxiliam o quotidiano das empresas.

Todas estas técnicas de análise são válidas mediante o objetivo da classificação pretendida, mas a classificação de SKUs engloba muitas vezes diversos critérios de análise, portanto será necessária a respetiva conjugação de dados das diversas análises para que se obtenham classificações multicritério fiáveis. Além disso, todos estes critérios têm de ser adaptados ao contexto em que a organização se insere, daí ser importante que a construção de uma framework de classificação de SKUs seja uma aplicação prática e não um mero exercício académico. No capítulo seguinte será mostrado a construção de uma framework de classificação de SKUs para uma empresa da indústria automóvel.

3. Modelo/abordagem proposta

Como já verificámos nem todos os SKUs têm a mesma importância para a gestão de uma organização. A rutura de stock de alguns SKUs pode colocar em causa os níveis de produção ou mesmo em casos mais extremos comprometer a segurança e colocar em causa vidas humanas. Outros SKUs pelo seu elevado valor e alta rotatividade exigem da gestão um esforço adicional para uma adequada alocação de recursos.

Porém, se não é realístico aplicar a mesma política de inventário a todos os SKUs, tão pouco se pode pelo seu elevado grau de complexidade e morosidade fazer a gestão de cada SKU individualmente ((Lengu, Syntetos, & Babai, 2014) e (Soylu & Akyol, 2014)).

Assim, diversos estudos propõem a criação de frameworks que possam auxiliar os gestores a classificarem os SKUs em grupos e aplicarem as melhores políticas de gestão de inventários (vide por exemplo (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012), (Bošnjaković, 2010), (Cavalieri, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988)).

3.1 Metodologia

O principal objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de uma framework para classificação de SKUs. Pretende-se que a framework que foi desenvolvida no contexto de uma empresa da indústria automóvel, constitua um instrumento de trabalho que suporte o processo de tomada de decisão na gestão de inventários do armazém de sobressalentes e produtos de uso geral.

A pertinência do desenvolvimento desta ferramenta deveu-se sobretudo ao facto de a empresa possuir num dos seus armazéns um problema de sobrelotação do espaço e de terem sido identificadas diversas rupturas de stock. A empresa não pode simplesmente aumentar o stock para responder a este problema, não só devido, às limitações de espaço, mas também devido a restrições orçamentais impostas pela gestão de topo.

Neste estudo aplicaram-se os conceitos de *action research*. Este é um método de pesquisa colaborativa que pode ser usada para estabelecer uma ponte entre empresas e o mundo académico. Sexton and Lu (2009) afirmam que este método providencia a investigadores e gestores um melhor conhecimento de fatores-chave que moldam o grau pelo qual o *action research* produz *actionable knowledge*: mudança de focus, capacidade de colaboração e processo sistemático

Action research é descrito como um grupo “phenomeno-change” (ou ação) e aprendizagem crítica que modifica e produz novo conhecimento (research) num cenário social em que

intervêm o investigador e o pessoal da empresa. Ao intervir no meio tem como objetivo proceder a um processo de mudança desse mesmo cenário como forma de participação ativa nessa investigação. Sexton and Lu (2009) acrescentam ainda que *action research* gera um mútuo desenvolvimento de *know-that* e *know-how*.

Porém, não deve confundir-se *action research* com caso de estudo. Estes são duas metodologias distintas quanto à forma de posicionamento do investigador, visto que no caso de estudo o investigador é um mero observador independente, enquanto, no *action research* é um participante ativo.

As razões para a utilização deste método prendem-se essencialmente com o fato de neste tipo de caso não ser necessário um controlo sobre os elementos ambientais, baseando-se mais na reflexão e participação para avaliação de fenómenos. Além disso, o focus dos investigadores está em aprender e tentar introduzir alguma modificação na realidade (Baker & Jayaraman, 2012). Por outras palavras, podemos afirmar que uma metodologia *action research* combina teoria e prática através de uma mudança e reflexão de uma situação problemática.

Com base no trabalho desenvolvido por Susman and Evered (1978) são propostas 5 etapas em como conduzir um projeto *action research*. Assim, no caso em estudo estas etapas traduziram-se da seguinte forma: 1) Diagnóstico, 2) Definição de Critérios de Classificação, 3) Classificação dos SKUs; 4) Validação da Framework; 5) Definição de políticas de Gestão de Inventário e que pode ser visualizado na Figura 8.

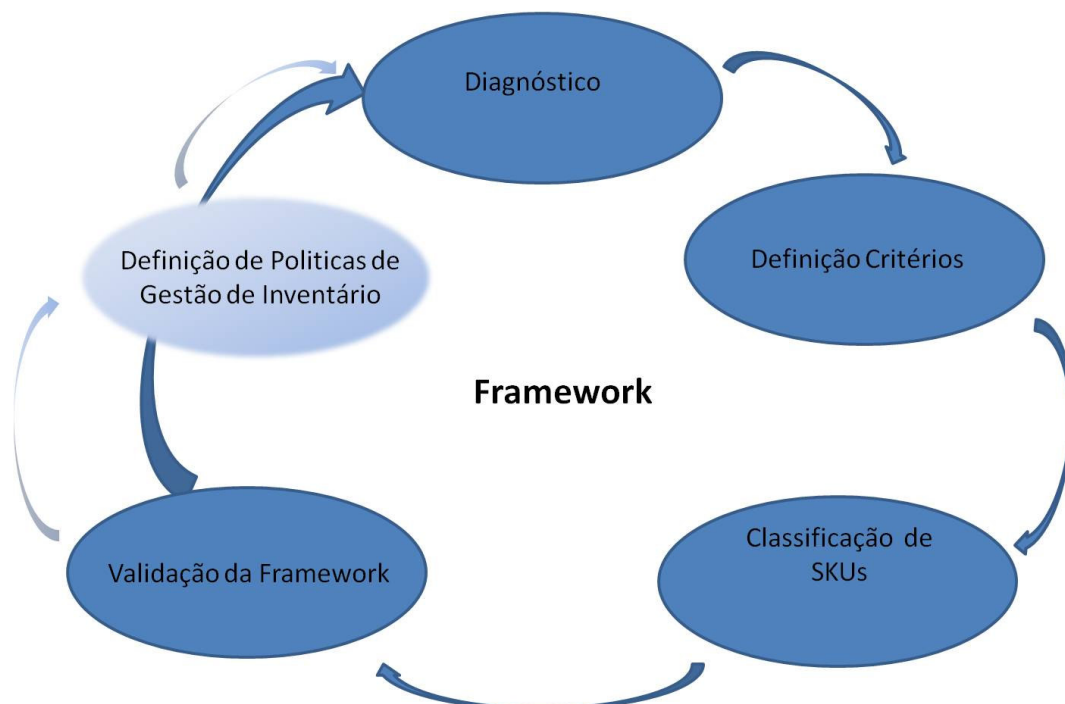


Figura 8 – Framework de Classificação de SKUs

Assim, numa primeira fase existiria uma interação entre investigadores e empresa, com vista à elaboração de um diagnóstico que pudesse identificar situações problemáticas e que necessitariam de uma intervenção. Após a identificação do(s) problema(s) e decidido como ser iria abordar a situação, que neste caso passaria pela construção de uma Framework de Classificação de Stock Keeping Units, seriam estabelecidos os critérios que pudessem avaliar os mesmos. Após estas etapas a mesma seria validada e sugeridas políticas de gestão de Inventário.

Como já referido anteriormente este não pode ser um processo estático no tempo, por isso após a validação da Framework e da classificação de SKUs será necessário estabelecer quando será preciso repetir todo o processo, porque o contexto assim o obriga (aumento de stock, novos investimentos, novos SKUs, itens obsoletos, etc).

3.2 Diagnóstico

Esta é uma fase de avaliação e na qual se pretende observar o meio no qual se vai intervir, quais os problemas que se colocam no armazém e como afetam a restante organização. Esta fase será essencialmente realizada através de observações e reuniões com os responsáveis do armazém, das compras, manutenção e outros que possam ter alguma intervenção no armazém.

Verificou-se que a principal preocupação dos responsáveis do armazém se prendia com a falta de espaço, visto que com milhares de itens para gerir se torna muito difícil aumentar stock. Além disso, a questão das manutenções corretivas, não planeadas cria no armazém problemas muito sérios de abastecimento de sobressalentes, tendo sido reportadas diversas ruturas de stock.

Os clientes deste armazém são internos, quase em exclusivo a manutenção, daí serem estes os parceiros privilegiados do diálogo que se estabeleceu com os investigadores e o pessoal das compras.

Após diversas reuniões com os interessados sugeriu-se que uma Classificação de SKUs poderia ser um auxiliar precioso. Verifica-se que um grande número de itens neste armazém são sobressalentes, que o seu número é muito elevado e que seria importante definir com clareza quais os SKUs que devem ter um controlo muito apertado.

3.3 Definição de critérios

Na questão dos critérios é importante que sejam escutados os principais intervenientes neste processo, ou seja os gestores de inventário, de manutenção, entre outros (Sexton & Lu, 2009) e que seja definida com grande clareza qual o objetivo da classificação (van Kampen, Akkerman, & van Donk, 2012). Esta é uma etapa muito subjetiva e crítica na qual não é possível avançar sem que sejam recolhidas informações sobre o contexto em que a empresa em causa desenvolve a sua atividade.

Aliás, relembramos aqui o caso de estudo de Williams (1984) que apresenta uma solução para caracterização de SKUs numa instituição pública no Reino Unido e que Eaves (2004) ao tentar replicar o modelo, na sua tese de doutoramento, para a Força Aérea Britânica teve de realizar diversas adaptações. Ou mesmo Van Kanpem et al. (2012) que afirma que as características específicas de uma determinada indústria são uma consideração muito importante a ter em linha de conta no momento de realizar uma classificação deste tipo, chegando mesmo a afirmar que a escolha dos critérios são uma decisão ponderada tendo em conta o contexto em que a empresa se insere e qual o objetivo da mesma.

A Framework que se pretende elaborar neste projeto será adaptada e construída para um contexto industrial específico, porém não será de excluir que com as necessárias adaptações, nomeadamente ao nível dos critérios, a mesma não possa ser adaptada noutra contexto.

A escolha dos critérios a aplicar é algo que tem de ser discutido e adaptado ao contexto e objetivo da classificação. Vários estudos mostram que as abordagens multicritério são a forma mais correta de abordar a questão de sobressalentes e produtos de uso geral. Bacchetti et al. (2013) propõem um método de classificação com base em 6 dimensões (ciclo de vida do produto, lead time, número de encomendas, frequência da procura, criticidade e valor). Bošnjaković (2010) apresenta uma Framework multicritério na qual integra os critérios de valor, frequência da procura e criticidade. Childerhouse et al. (2002) elaboram uma classificação baseadas no ciclo de vida, janela de tempo do lead time, volume, variabilidade, que os autores designaram DWV³. Flores and Whybark (1986) e Flores et al. (1992), porém, apresentam modelos de classificação nos quais integram a criticidade, lead time e valor numa Análise ABC multicritério e que se mostra uma ferramenta importante para o aumento da eficiência da gestão de inventário. Ramanathan (2006) refere que a Análise ABC multicritério é uma abordagem muito bem conseguida para a classificação de SKUs, apresentando um modelo de otimização linear simples para solucionar a questão do multicritério.

Assim propõe-se que seja desenvolvida uma abordagem multicritério que integre 3 critérios, seguindo as recomendações de Flores et al. (1992). O processo deverá culminar com a apresentação de uma Análise ABC multicritério. A escolha desta é devida não só à sua popularidade entre gestores de inventário, mas igualmente porque é uma ferramenta

que pela sua ampla difusão permite um fácil entendimento e aplicação por parte das organizações. Além disso, os critérios de valor e volume da procura têm um peso muito grande no momento da tomada de decisão de deter ou não um determinado SKU em stock e da quantidade a encomendar.

Este tipo de Análise é igualmente muito utilizada pelos gestores para tentarem perceber quais os SKUs que têm um peso maior em termos de valor num armazém e que por isso devem ser objeto de maior atenção. Porém, a questão das peças sobressalentes torna esta análise muito redutora, pois como já averiguado (vide 2.2) quando existem muitos destes itens que só são consumidos em determinadas épocas ou apresentam picos de consumo, torna-se importante incluir outro tipo de critérios nesta análise. Aliás, como diversos estudos sugerem um dos critérios mais importantes quando analisamos sobressalentes e componentes é a criticidade ((Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008), (Huiskonen, 2001), (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012), (Jouni, Huiskonen, & Pirttilä, 2011)), porém devido a este tipo de itens apresentar uma procura muitas vezes errática e os picos de consumo não auferirem uma média constante será importante verificar a variabilidade dos consumos ((Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013) e (Bertolde & Junior, 2013)).

No entanto, se a análise de valor e da variabilidade da procura de SKUs são análises quantitativas, a análise da criticidade integra em si elementos qualitativos que requerem em muito o conhecimento tácito dos gestores e do pessoal técnico da manutenção.

Assim, a framework deverá integrar 3 critérios:

- o valor da procura , com a sua correspondente ligação à classificação ABC;
- a criticidade, com a sua correspondente ligação à classificação VED;
- a variabilidade da procura, que se irá associar uma classificação HLW (High, Low, Without Variability).

3.4 Classificação de SKUs

3.4.1 Parâmetro de Valor de Procura – Análise ABC

A Classificação ABC mostra com algum rigor quais os SKUs que durante o período em questão tiveram maior relevância na organização em termos de valor.

Segundo Cavaliere (2008) esta análise torna-se importante de diversos prismas, visto que de uma perspetiva financeira fornece dados sobre quais os investimentos a ser tidos em conta devido a termos itens duráveis por oposição a consumíveis; de uma perspetiva

logística fornece informações importantes sobre se um item deve ou não ter stock, ou se o seu consumo deve ser indexado à procura; da perspectiva da manutenção fornece a base para um equilíbrio entre disponibilidade de sobressalentes e produtos de uso geral e as políticas de manutenção da empresa, coordenando com as compras as decisões de políticas de manutenção, para minorar os efeitos de falhas imprevistas.

Baccheti and Sacconi (2012) referem mesmo que o custo de um SKU influencia o restante custo de posse de um inventário. Para Bošnjaković (2010) qualquer SKU tem um valor assim que é retirado do armazém tornando-se um custo. Desta forma, a definição do valor da procura de um item é o resultado expresso pelo produto do custo médio do SKU pela procura anual.

Assim, ao realizar-se esta análise verifica-se que somente uma pequena parte dos itens é responsável pela grande parte do valor utilizado. Os SKUs são geralmente classificados em 3 classes – na classe A, serão incluídos 5% dos itens que representam cerca de 75% do valor anual da procura, na classe C serão incluídos cerca de 75% dos itens que representam um valor de procura anual de 5% e os restantes serão incluídos na classe B, que contará com 20% dos itens e que representarão 20% do valor anual da procura.

Porém, este tipo de análise mostra-se muito desadequada quando o inventário não se mostra homogéneo, nomeadamente quando as grandes diferenças entre SKUs não situam simplesmente no critério de valor, sendo importante introduzir outros critérios de classificação que não somente o valor e volume da procura, mas outros critérios que tenham importância para a empresa ((Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012), (Flores & Whybark, 1986) e (Ramanathan, 2006)).

3.4.2 Parâmetro de Criticidade - Análise VED

A criticidade é uma das características fundamentais quando se gere sobressalentes e componentes (Huiskonen, 2001). Como já referido anteriormente esta é uma análise muito subjetiva, visto que mediante o contexto da indústria e da própria organização este critério pode diferir muito. Daí ser importante uma reflexão muito ponderada do mesmo e no qual todos os interessados, nomeadamente gestores de manutenção e de compras, partilhem ideias e cheguem a consensos. Embora neste caso a manutenção tenha uma posição fortalecida, visto que melhor do que ninguém será o pessoal técnico a perceber quais os SKUs que podem comprometer o normal funcionamento da organização.

Dos diversos autores ((Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008) e (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012)) que realizam uma classificação de criticidade, geralmente utilizam a classificação VED que divide os SKUs em três categorias: Vital (Grupo V), Essencial (Grupo E) e Desejável (Grupo D). Embora outras técnicas de

classificação de criticidade sejam possíveis, os estudos consultados, na sua maioria, utilizam esta classificação.

A utilização da Análise VED permite igualmente o escalonamento e a compreensão rápida da criticidade que está subjacente aos SKUs e daí permitir uma fácil identificação dos itens mais críticos.

A definição da criticidade não é uma tarefa fácil (vide 2.2 e 2.3.2), esta pode estar subjacente ao tipo de atividade a que o item se destina (Bošnjaković, 2010). Aliás, este autor avalia a criticidade mediante 4 fatores: a criticidade para a produção da fábrica, criticidade de abastecimento, criticidade de segurança e criticidade tendo em conta o inventário, porém Duchessi (1988) apresenta a criticidade como uma função do nível de criticidade do equipamento em que um SKU está instalado.

Assim, após observação do caso em estudo verificamos que existe na empresa à partida uma diferenciação entre SKUs quanto à sua criticidade. A empresa atribui um código de atividade diferente aos itens que considera vitais para a manutenção da produção e para os quais a sua falta implicaria perdas significativas pelos tempos de paragem de equipamentos e outro código diferente no qual incorpora todos os SKUs nos quais a sua falta ou deficiente operacionalidade significam grave perigo para os operadores, podendo mesmo levar a fatalidades. Aliás, esta é igualmente uma ideia que aparece referida na literatura, a criticidade é medida como a função da falha do equipamento ((Duchessi, Tayi, & Levy, 1988), (Huiskonen, 2001), (Molenaers, Baets, Pintelon, & Waeyenbergh, 2012)).

Pensou-se neste ponto introduzir um terceiro critério para medição da criticidade como a obsolescência e/ou comunalidade. Quanto à obsolescência verificou-se que não era um critério com relevância, visto que os materiais que se podem deteriorar devido à ação do tempo não possuem uma validade tão pequena que justifique grandes preocupações.

Quanto à comunalidade este foi outro critério que se analisou, visto que a equipa da manutenção está a proceder à construção de uma árvore que representa a fábrica e na qual estão incluídos todos os equipamentos. No nóculo de cada equipamento são carregados todos os SKUs que compõem o mesmo com os respetivos códigos. Porém, a análise da árvore revela que não existe um significativo número de SKUs que possibilite a existência de comunalidade entre peças.

Assim, e seguindo as recomendações dos gestores de manutenção para a construção da Framework apresentam-se dois critérios para medir a criticidade expressos, neste caso, em termos de consequências na produção e para a segurança dos operadores. Aliás, aqui segue-se o princípio de Flores and Whybark (1987), em que a preocupação da gestão não deveria situar-se no custo de possuir SKUs, mas nas implicações de não os ter.

Porém, avaliar a criticidade é uma tarefa muito difícil, visto que a mesma se baseia em opiniões e julgamentos muito subjetivos dos gestores (Botter & Fortuin, 2000). Assim, de

forma a se conseguir ter um processo mais sistemático de medição da criticidade decidiu-se utilizar o Método de Processo Hierárquico (AHP).

Este método de peso hierárquico estabelece comparações, par a par, para os diversos critérios na qual através de uma escala pré-definida se podem atribuir pesos relativos a cada elemento. Este mesmo procedimento é utilizado por Cavalieri (2008), Moleanaers (2012) e Flores et al. (1992) para atribuir um peso à importância relativa de cada critério, tendo como objetivo final estabelecer um ranking dos SKUs ao nível da criticidade. Este método foi criado Saaty (1980) e determina que o decisor estabeleça a preferência entre os diversos elementos comparados mediante uma escala que se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3- Escala de importância do Método AHP adaptada de Saaty (1980)

Valores	Definição	Explicação
1	Igual importância	Dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderadamente importante	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma alternativa em relação à outra
5	Fortemente mais importante	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma alternativa em relação à outra
7	Muito fortemente mais importante	Alternativa fortemente favorecida em relação à outra e a sua importância é demonstrada na prática
9	Extremamente mais importante	A evidência favorece uma alternativa em relação a outra, com um grau de certeza muito elevado
2,4,6 e 8	Valores intermédios	Quando se procura uma posição intermédia entre dois valores

3.4.3 Parâmetro da Variabilidade da Procura

Segundo Bošnjaković (2010) a frequência da procura tem um papel muito importante na seleção do modelo de inventário. Como a frequência da procura pode diferir muito de SKU para SKU, a gestão de cada um deve ser adequada a este tipo de frequência. Assim, SKUs com o mesmo tipo de frequência de procura devem agrupar-se no mesmo grupo. Porém, a análise somente da frequência da procura coloca o problema de não conseguirmos identificar procuras erráticas, visto que a média de consumo anual de SKUs pode não revelar picos de consumo (Syntetos & Boylan, 2005) e (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013)).

Através do cálculo do coeficiente de variabilidade (CofV), que estabelece uma escala ao desvio padrão pela média da procura, no caso em estudo será mensal para um ano, permite a comparação da variabilidade entre SKUs com volumes muito distintos e heterogêneos quanto à sua distribuição.

Apesar de através do CofV não se poder depreender um significado intrínseco, D'Alessandro and Baveja (2000) apresentam um exemplo que explica o que se pretende observar com a análise desta medida estatística no caso da procura, assim um SKU com um CofV de 0,25 apresenta uma procura menos variável, logo mais previsível que um SKU com um CofV de 0,75.

A análise da variabilidade da procura é realizada através do cálculo da média, neste caso em estudo mensal, da procura para um ano para cada SKU. A variabilidade da procura é medida através do coeficiente de variação (CofV), que é o resultado do desvio padrão dividido pela média (D'Alessandro & Baveja, 2000).

Para se estabelecer uma fronteira entre SKUs de alta e baixa variabilidade procedeu-se à semelhança de D'Alessandro and Baveja (2000) e aplicou-se o Princípio de Pareto no qual se aplica uma regra de 80/20 no momento de estabelecer a separação entre SKUs. Este mesmo princípio é aplicado à Análise ABC.

Na análise poderão ser encontrados SKUs que podem não apresentar qualquer tipo de variabilidade, importará aqui perceber se se está perante SKUs sem qualquer tipo de consumo ou se o seu consumo é de tal forma regular que a variabilidade é praticamente nula.

Será aqui importante realçar que itens que não apresentam qualquer consumo podem ser considerados “monos” segundo Cavalieri (2008) e portanto devem ser eliminados do inventário. Porém, este tipo de conclusão só pode ser tomada quando a análise é alargada para um período de tempo bastante mais abrangente do que o anual. Assim, ao possuir diversos SKUs sem qualquer tipo movimentação será importante seleccioná-los e alargar a sua análise no tempo ou então justificar a sua permanência na organização devido à sua importância como sobressalente ou outra razão.

3.4.4 Conjugação de Critérios

Mais parâmetros poderiam ser considerados, porém como sustenta Flores et al. (1992), (1987)) um dos grandes objetivos da Classificação de SKUs é a simplificação da gestão de inventários e stocks. Assim, argumentam que apesar de se puderem colocar em análise mais do que três critérios será muito complexa a sua análise (Flores, Olson, & Dorai, 1992). Desta forma, só deverão ser integrados na análise os critérios que os gestores

considerem fundamentais, devendo cada grupo de SKUs ter a correspondente política de gestão de inventário.

Após a seleção dos critérios que deveriam nortear a avaliação e a classificação dos SKUs, estes são conjugados de forma a criar classes de itens homogêneos. O resultado que se pretende alcançar é um esquema de classificação que combine os 3 parâmetros de avaliação. O resultando são 27 possíveis combinações diferentes:

AVH	AVL	AVW	BVH	BVL	BVW	CVH	CVL	CVW
AEH	AEL	AEW	BEH	BEL	BEW	CEH	CEL	CEW
ADH	ADL	ADW	BDH	BDL	BDW	CDH	CDL	CDW

Visualmente resultará num esquema de classificação tridimensional ilustrado pela Figura 9.

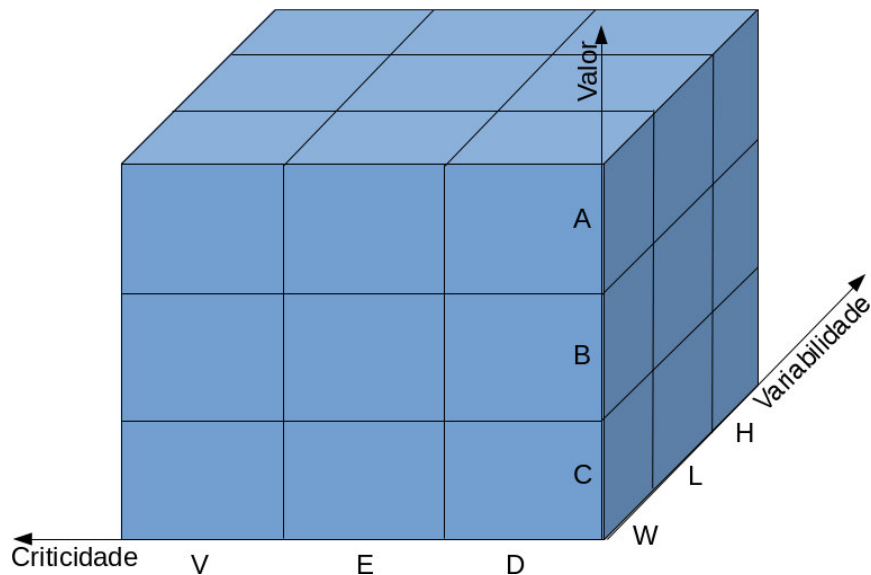


Figura 9 - Esquema de combinação de critérios

Porém, como um dos objetivos é apresentar uma classificação multicritério, nesta fase os SKUs serão reclassificados numa Análise ABC Multicritério. O grande objetivo deste passo era perceber quais os SKUs que deveriam ter uma maior atenção por parte da gestão, permitindo igualmente aos gestores de inventário uma rápida identificação e aplicação da Framework.

Assim, foram atribuídos pesos aos critérios apresentados – valor, criticidade e variabilidade da procura. A elevada importância da criticidade e do valor fizeram com que

fossem os critérios que apresentavam maior peso. Se se considerassem sobressalentes e componentes a criticidade teria um peso maior, porém ao falarmos de consumíveis, o valor teria um peso mais elevado. Desta forma, decidiu-se atribuir um peso de 40% a cada um dos critérios. A variabilidade da procura como um indicador de padrões de consumo veria atribuído um peso de 20%. Esta abordagem multicritério e de estabelecimento de ranking entre SKUs é seguida por Flores et al. (Flores, Olson, & Dorai, 1992) e por Ramanathan (2006).

De referir que os pesos resultam de um processo de ponderação de todos os envolvidos no projeto, que atribuem graus de importância diferentes aos critérios de classificação. Estes pesos foram alcançados através de aplicação do Método de Processo Hierárquico que se explica anteriormente (3.4.2).

Como já referido, os critérios que foram escolhidos para a aplicação da Framework tiveram em atenção a especificidade da indústria, da organização e do setor a que se destinavam. Seria porém interessante verificar como a mesma Framework se aplicaria a outro tipo de contexto. Pensa-se que a mesma poderia ser aplicada modificando as variáveis que a compõem assim como o peso dos critérios.

3.4.5 Validação da Framework

Verifica-se que após a Classificação de SKUs terá de se executar uma das etapas mais importantes, a validação da Framework. Assim, numa reunião na qual investigadores, pessoal das Compras, pessoal do Armazém, pessoal da Secção Financeira e da Manutenção os resultados terão de ser apresentados de forma a se verificar se a Framework se mostra como um elemento importante de auxílio à tomada de decisão ou se outros ajustamentos terão de ser realizados.

3.4.6 Definição de Políticas de Gestão de Inventário

A Framework terá como objetivo identificar grupos de SKUs que pelas suas características possam ter políticas de gestão de inventário semelhantes. Estas políticas à partida podem variar entre a não existência de stock, a existência de um Stock-Segurança, ou passar pelos tradicionais modelos Revisão Periódica e/ou Contínua, ou mesmo com encomendas programadas, utilizando o modelo de Quantidade Económica de Encomenda.

Aos SKUs que seja sugerida uma política de gestão de inventário sem stock a aquisição de itens deve estar indexada ao consumo dos mesmos, ou seja devem ser comprados

unicamente mediante a sua procura. Esta política implica que o capital investido seja mínimo e o espaço em armazém libertado.

A decisão de não possuir stock deve ser tomada tendo em conta que estamos perante SKUs que não colocam em causa o normal funcionamento da fábrica e que não são gerados problemas devido à não disponibilidade imediata do item (Braglia, Grassi, & Montanari, 2004), ou para materiais cuja criticidade não sendo elevada o seu custo de rutura é menor que o seu custo de posse (Bošnjaković, 2010). Porém este tipo de políticas deve ser acompanhado de um leque de fornecedores com elevada fiabilidade.

Ao seguir-se uma política de ter unicamente um stock de segurança, significa que as encomendas são realizadas no momento que o stock é utilizado. Aplicar-se-á esta política a SKUs que apresentem um valor e variabilidade médios, ou para SKUs com baixo valor, baixa ou nenhuma variabilidade e baixa criticidade ou para itens de elevada e média criticidade e para os quais o valor e variabilidade são baixos e ainda para SKUs cuja criticidade e variabilidade sejam médias.

Para os restantes casos deve aplicar-se uma política de encomendas fixas, com revisões contínuas. Assim, SKUS com criticidade, valor e variabilidade elevados, elevada variabilidade e valor médio, elevada e média variabilidade e baixo custo e elevada variabilidade e baixo valor e criticidade. Nestas casos temos de considerar que a elevada variabilidade da procura é um fator de grande incerteza, logo em itens de alto e médio valor interessa que a gestão tente negociar sempre que possível descontos de quantidade e diversificar fornecedores, tenha um controlo muito apertado com revisões contínuas, especialmente de itens com criticidade média/elevada.

Assim, podemos em sintetizar estas políticas de gestão de inventário numa matriz bidimensional:

Políticas de Gestão de Inventário Grupo A

	D	E	V
H	Stock-segurança	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock
L	Sem stock	Stock-segurança	Stock-segurança
W	Sem stock	Sem stock	Stock-segurança

Políticas de Gestão de Inventário Grupo B

	D	E	V
H	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock
L	Stock-segurança	Stock-segurança	Stock-segurança
W	Sem stock	Sem stock	Stock-segurança

Políticas de Gestão de Inventário Grupo C

	D	E	V
H	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock
L	Stock-segurança	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock	EOQ , Modelo de revisão contínua, com stock
W	Sem stock	Stock-segurança	Stock-segurança

Em SKUs de baixo valor pode ser interessante negociar descontos de quantidade através de encomendas fixas, principalmente se se colocar em questão itens de elevadas e médias variabilidade e criticidades. Foi igualmente sugerido que SKUs de baixo valor, com baixa criticidade e elevada variabilidade seguissem esta política, devido a economias de escala que podem ser conseguidas com encomendas mais elevadas e daí atenuar-se igualmente a incerteza devido uma elevada variabilidade, senão estiverem em causa nestes SKUs problemas relacionados com a obsolescência (Duchessi, Tayi, & Levy, 1988).

A questão de se sugerir que determinados SKUs não possuam stocks, prende-se com o facto de a sua procura ser pouco variável, logo é mais previsível. Para grupos em que foi sugerida a política de manter unicamente um stock de segurança, prende mais com a sua criticidade e com a tentativa de atenuar alguma variabilidade, como é o caso dos grupos BLD ou CLD, visto que como preconiza Syntetos et al. (2005) - sobressalentes tem muitas vezes uma procura muito errática, daí ser necessário atenuar este risco.

4. O Caso em estudo

Os exemplos sobre modelos de classificação de SKUs são vários, a Framework que se apresenta é construída e aplicada num contexto Industrial, nomeadamente a uma fundição. Esta empresa é uma das fundições de um grande grupo multinacional do setor automóvel, fornecendo as fábricas de montagem do grupo.

A organização em causa tem 4 armazéns - produtos acabados, em vias de fabrico, um de matérias-primas e o de sobressalentes e produtos de uso geral. O âmbito da análise prendeu-se somente com o armazém que integra peças sobressalentes e produtos de uso geral, visto ser neste que se colocavam diversas questões com a gestão do quotidiano, como ruturas de stock e falta de espaço para armazenagem de novos SKUs.

4.1 Diagnóstico

Como o projeto se iria aplicar somente ao armazém de sobressalentes e produtos de uso geral, num primeiro momento, o foco foi conhecer a realidade deste local, perceber como funcionava, o que poderia ser feito para melhorar o funcionamento do mesmo. Além disso, seria importante observar qual a importância do armazém no contexto da organização.

Verificou-se que a principal preocupação dos responsáveis do armazém se prendia com a falta de espaço, visto que com milhares de itens para gerir se torna muito difícil aumentar stock. Além disso, a questão das manutenções corretivas, não planeadas cria no armazém problemas muito sérios de abastecimento de sobressalentes, tendo sido reportadas diversas ruturas de stock. Este problema leva a que exista uma tentativa para um aumento significativo de stocks, com vista a que se colmate esta situação. Porém, além do espaço disponível ser limitado nesta unidade fabril é aplicada uma política de melhoria continua, que prevê um limite máximo para a posse de stocks a 1 600 000 euros.

Como referido anteriormente, os clientes deste armazém são internos, quase em exclusivo a manutenção, daí serem estes os parceiros privilegiados do diálogo que se estabeleceu com os investigadores e o pessoal das compras. Verificou-se que um elevado número de itens neste armazém são sobressalentes e que seria importante definir com clareza quais os SKUs que devem ter um controlo muito apertado, com vista a se poder diminuir as ruturas e o nível de stock.

A literatura refere que este tipo de SKUs não podem ser somente classificados e avaliados mediante o seu valor, será importante perceber como é que a criticidade irá influenciar a classificação (vide 2.2). Será igualmente necessário refletir sobre a necessidade da posse de tantos SKUs com uma organização em constante mudança. Assim, nesta classificação de SKUs espera-se sugerir soluções sobre que itens eliminar do armazém, quais os que devem

ter stock, quais os que devem ser indexados ao consumo e os que pela sua criticidade não podem dispensar pelo menos um stock segurança.

Aliás, se nos depararmos a observar a constituição de códigos alfanuméricos verificamos que existem códigos que nos remetem para equipamentos que já não existem, mas que algumas peças continuam a ser utilizadas (ex. *A253010014, uma válvula que pertencem a um equipamento já descontinuado*) ou para códigos de uma classificação MABEC (ex. *C873326001 Mola Lâmina Múltipla, ou R100031119 terminal de ligação*) que nos remete para os antigos proprietários da fábrica. Este será um campo que não será tratado, uma vez que a codificação de SKUs já está muito enraizada e recentemente foi criado pela empresa um programa de software que atribui a codificação aos SKUs novos.

A base de dados da empresa é desenhada no AS400 que permite uma fácil gestão do armazém. Nesta base de dados apura-se um resultado de 23 534 SKUs. A empresa para uma melhor gestão realiza já a sua classificação de SKUs, dividindo os mesmos em 8 grupos, que apelida de Código Atividade (CA).

A divisão implementada pela organização no armazém em estudo explica-se na Tabela 4.

Tabela 4- Descrição dos Códigos de Atividade (CA) da Empresa. Descreve a sua atual classificação de SKUs.

CA	Descrição
0	Itens não críticos para a fábrica, baixa rotação, dos quais não deve haver stock. A sua compra implica o pedido expresso de alguém da manutenção.
100	A serem revistos
101	Itens críticos para a fábrica, devem estar sempre disponíveis e armazenados. A sua gestão está dependente de critérios definidos pela Manutenção.
102	Itens desejáveis, devem ter uma gestão indexada ao seu consumo, com stock de segurança definido. A sua gestão também é definida pela Manutenção.
103	Itens utilizados para as manutenções programadas de equipamentos, consumo planeado daí a sua compra estar indexada a uma lista de sugestões elaboradas pela Manutenção.
115	Itens críticos para a segurança de equipamentos, a falta dos mesmos pode provocar absentismo ou consequências graves na integridade física dos trabalhadores.
199	Itens de uso geral, com elevada rotatividade. Artigos com encomenda aberta (quantidades não definidas, a gestão é feita pelo armazém mediante as necessidades).
200	Itens a serem revistos
999	Itens abatidos

Destes 23 534 SKUs, nem todos os SKUs serão objeto de análise, visto que numa primeira análise são excluídos todos os itens já considerados como obsoletos. Além destes, verifica-

se que existem determinados SKUs que estão colocados em grupos que aguardam uma análise, nomeadamente os que concernem ao CA 100 e 200. Verificou-se que a grande maioria destes itens não tem qualquer consumo desde de 2005.

A exclusão dos mesmos da análise prende-se com o facto de muitos serem SKUs aos quais não foi atribuída nenhuma criticidade e que se pensa relacionarem-se com equipamentos e trabalhos descontinuados, daí serem colocados num grupo que os leve a serem revistos pelos técnicos.

A classificação de SKUs torna-se assim necessária, visto que durante a existência desta empresa desde 1989 muitas mudanças operacionais ocorreram. No período em que estivemos na empresa os novos investimentos em equipamentos e a desativação de outros eram uma realidade. Por isso mesmo, a classificação que se apresentará deverá num futuro próximo ser revista.

De referir que todos os SKUs que a Manutenção considera realmente vitais para a organização foram selecionados e revistos. A revisão dos itens do CA 100 e 200 poderá no futuro ser facilitada, visto que os responsáveis pela manutenção estão a elaborar uma árvore que representa todos os equipamentos que compõem a fábrica. Na mesma os diferentes nódulos que representam um equipamento estão a ser carregados com todos os códigos de SKUs que o constituem. Assim, será de facto fácil verificar se todos estes itens pertencem a equipamentos cujo uso foi descontinuado, ou se foram substituídos por outros.

A framework será testada para um Universo de 12 871 SKUs, sendo que os restantes ao serem reavaliados pelos técnicos serão classificados no grupo que lhe corresponde, podendo eventualmente ser colocados no grupo de material obsoleto.

Importa lembrar que a Framework será aplicada a um período de um ano, 2013, no entanto, sempre que se mostre pertinente, este período de análise será alargado para momentos anteriores, como por exemplo na identificação de itens sem qualquer consumo anual. Porém optou-se por aplicar a Framework a um período anual, visto que a empresa em questão tem vindo a sofrer modificações significativas, daí uma análise que se estendesse além deste período poderia não espelhar com exatidão a realidade da fábrica.

Será de reforçar a ideia de que temporariamente a mesma classificação terá de ser revista, pois novas condicionantes no contexto da organização poderão alterar-se, obrigando à aquisição de outros SKUs. Sobre este tópico lembramos a ideia vinculada por Van Kampen (2013), de que as empresas deverão ponderar o melhor momento para reverem a sua classificação. Na organização um dos exemplos que pode precipitar esta revisão são os novos investimentos realizados em novos equipamentos na linha de produção e que poderão determinar a criação de novos códigos SKUs, ou mesmo a desativação de outros equipamentos dos quais a consequência poderá ser material obsoleto.

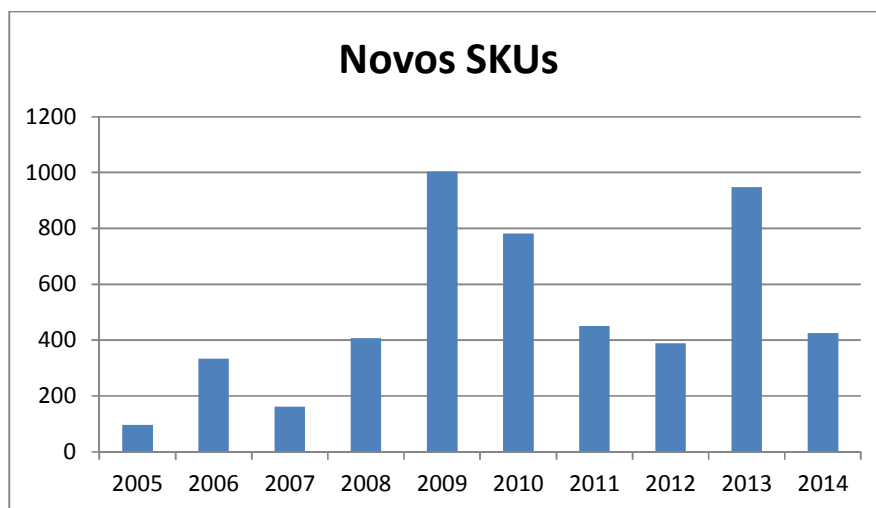


Figura 10 - Criação de novos SKUs de 2005 a agosto de 2014

Numa análise desde 2005 até agosto de 2014 verificamos que o número de SKUs cresceu (Figura 10), não tendo nenhum Código de SKUs sido eliminado. O que revela duas situações, que o número de SKUs cresceu constantemente e que a classificação de SKUs realizada para o ano de 2013, estará desatualizada no final do ano de 2014, necessitando de ser revista.

4.2 Definição de Critérios

Verifica-se que os SKUs do Armazém em questão são de facto muito diversos, indo desde de consumíveis, a sobressalentes, produtos desenhados, material de segurança, entre outros. Assim, decide-se que um dos critérios a eleger seria a criticidade, visto que segundo Boylan and Syntetos (2010) este é um dos critérios essenciais para caracterizar sobressalentes. Sendo aliás esta uma das principais características apontadas pelo pessoal da Manutenção.

Porém, em contraponto, o critério do Valor de um SKU é algo extremamente importante, visto que da perspetiva do pessoal das Compras e da secção Financeira fornece uma perspetiva de que tipos de investimentos são necessários, sobre quais os SKUs que devem ser ou não armazenados e quais os que devem ser indexados à procura (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008). Este é igualmente um critério que não deverá ser negligenciado, visto que para as Compras este critério tem um papel importante em termos de negociação de SKUs com os fornecedores.

Os dois critérios anteriores foram de facto consensuais, porém colocou-se a questão de acrescentar outros critérios, mas para não o fazer de forma a acrescentar um nível de complexidade tão grande que tornasse a análise demasiado complexa, seguiu-se a

recomendação feita por Flores et al. (1986) de não colocar em confronto mais do que 3 critérios.

Colocou-se a questão sobre o lead time e sobre a frequência da procura, porém, a decisão acabou por pender para o segundo critério, visto que nem todos os SKUs têm necessariamente um problema com o lead time e este poderia ser um critério a ser analisado e tido em conta aquando da definição de políticas de inventário.

A opção pelo critério de análise da frequência da procura deveu-se ao critério se mostrar muito importante na seleção do modelo de inventário (Bošnjaković, 2010). Porém, como apontado pelo pessoal das compras e pela literatura, os sobressalentes são SKUs que possuem uma procura altamente variável, muitas vezes errática (Syntetos & Boylan, 2005) e com volumes igualmente muito heterogéneos, assim foi sugerido pelos investigadores que se analisasse a variabilidade da procura, visto que como apontam D'Alessandro and Baveja (2000) esta medida podia ser útil na medida em que um SKU com um coeficiente de variabilidade mais reduzido pode indicar um padrão de procura mais previsível por comparação com um SKU com um valor mais elevado.

Por fim, estabeleceu-se que todos estes critérios seriam integrados numa Análise ABC Multicritério, visto que todos os intervenientes conheciam a ferramenta de análise. Além disso, pretendia-se que a mesma análise enfatizasse SKUs que anteriormente eram relegados para um âmbito de menor importância e que apesar de apresentarem numa Análise ABC clássica um valor anual muito baixo, eram de extrema importância para a manutenção da fábrica.

4.3 Classificação de SKUs

Num primeiro momento foi realizada uma Análise ABC para apurar quais os SKUs que tiveram maior peso no ano de 2013 em termos de valor para o armazém de sobressalentes e produtos de uso geral.

De relembrar que a Análise ABC é o resultado do produto da procura anual com o preço médio unitário. Assim, dos 12 871 SKUs verificamos que 75% do valor da procura do armazém se situa em apenas 348 SKUs que são classificados com a Classe A, 901 representam 20% do valor e são classificados com a Classe B e por fim na Classe C encontram-se 11 622 SKUs que representam apenas 5% do valor da procura do armazém (Tabela 5).

Tabela 5- Distribuição de SKUs mediante o critério de Valor

Análise ABC	
Classe	Nº SKUs
A	348
B	901
C	11622
Total	12871

Na Tabela 6 podem ser verificados exemplos de SKUs que foram utilizados nesta Classificação ABC, pretende-se ao longo do estudo utilizá-los como exemplo.

Tabela 6 - SKUs classificados segundo o critério de Valor

Código	Descrição	Cons Total	Pr. Medio	Valor total	%	Classe
X272X08061	LUBRIFICADOR DIREITO M8X1,00	81,00	13,43	1087,83	0,0574	A
T843T01840	OLEO OPTIMOL OPTIGEAR BM 220	1,00	1682,88	1682,88	0,0889	A
X00X127912	TELA PRESS-DEG 13.45X2.00	2,00	3235	6470,00	0,3416	A
LABT00T109522	CADINHO 528 018 (EMB. 1000)	2,00	164	328,00	0,0173	B
D873361212	TUBO PROTECÇÃO VEIO DIS.010440	3,00	52	156,00	0,0082	C
PRODD877491037	MAXILA ESQ*.REFORÇADA*T.COL338	0,00	530	0,00	0,0000	C
X971141400	BISNAGA FIXOLID -T-BRANCA	1,00	1,73	1,73	0,0001	C

Porém, a questão impunha-se, apesar de estarmos perante 348 SKUs que pelo seu elevado valor anual necessitavam de uma atenção e gestão especial, se seriam estes que apresentavam maior criticidade em termos de falha de produção ou de segurança.

Assim, após esta Análise ABC atribuíram-se aos SKUs níveis de criticidade. A criticidade como já foi referido é um critério que requer acima de tudo uma análise qualitativa, daí que a proximidade e discussão com os técnicos da manutenção foi algo importante. O resultado desta análise de criticidade é uma ponderação entre os investigadores e pessoal da manutenção, acompanhada de perto pelo pessoal das compras.

Como referido anteriormente a empresa já possuía uma distinção de criticidade, que tem sobretudo em linha de conta as consequências da falha de um equipamento para a produção e a segurança dos operadores. Porém, colocava-se a questão de lhe atribuir um valor e definir com clareza o grau de importância em termos de criticidade que os SKUs deveriam possuir.

Desta forma, a análise da criticidade nesta organização teria somente 2 critérios a possibilidade de falha do equipamento, medidas pelas suas consequências para a produção

e a segurança dos operadores. Para realizar esta classificação colocou-se em questão o nível de serviço que os SKUs deveriam ter, e se os mesmos teriam de possuir uma disponibilidade imediata ou poderiam aguardar pelo seu fornecimento, mesmo que isso significasse um período de espera mais longo.

No caso dos SKUs não permitirem nenhum tempo de espera e que o seu nível de serviço tivesse que ser 100% por parte do armazém, a sua criticidade seria a mais elevada. No outro extremo situam-se os SKUs que não necessitam de estar disponíveis imediatamente, logo a sua compra é inclusivamente planeada.

Assim, para se poder quantificar este tipo de análise aplicou-se o AHP (Método de Processo Hierárquico). Neste processo de decisão o staff da manutenção atribuiria, através da comparação dos diversos SKUs, uma classificação estabelecendo uma hierarquia de níveis. A explicação deste método foi realizada na secção 3.4.2.

A hierarquização da criticidade realizou-se recorrendo ao *software* de cálculo criado por Klaus D. Goepel (2013), com a versão de 26 de julho 2014.

Devido ao elevado número de SKUs tomou-se a decisão de comparar os CA dos itens e o nível de criticidade seria atribuída para o agrupamento desses SKUs, pois estes já foram associados segundo esse princípio.

Tabela 7- Critério da Criticidade - Aplicação do AHP

	0	101	102	103	115	199
0	1	1/9	1/7	1/5	1/9	1/3
101	9	1	3	5	1	7
102	7	1/3	1	3	1/3	5
103	5	1/5	1/3	1	1/5	3
115	9	1	3	5	1	7
199	3	1/7	1/5	1/3	1/7	1
Lambda: 6,278; CR: 0,044						

Os resultados alcançados para o critério da criticidade são apresentados na Tabela 7 e os pesos apresentados na Tabela 8.

A razão de consistência (Consistency Ratio (CR)) para este critério é de 0,044, o que está abaixo do limite definido por Saaty (2000) de 0,1 para matrizes quadradas de superiores a 5 elementos. Também de acordo com Alonso and Lamata (2006) os valores Lambda Max está abaixo do limite de 6,6266.

Tabela 8- Pesos criticidade obtidos através do AHP

CA	Pontuação	Classificação
101	0,34	Vital
115	0,34	Vital
102	0,16	Essencial
103	0,085	Essencial
199	0,044	Desejável
0	0,025	Desejável

Porém, ponderou-se, após os resultados da análise, sobre o alargamento da Classificação VED a mais classes. Verifica-se que o alargamento da mesma implicaria um leque de conjugações de critérios muito acima das 27 classes, o que acrescentaria uma complexificação desnecessária à análise, como observa Flores et al. (1992).

Assim foi estabelecido quais os valores que corresponderiam à Classificação VED – para valores que correspondem a 0,34 seria atribuída a classificação de Vitais, para valores que se situassem entre 0,16 - 0,085 seriam classificados de Essenciais e valores entre 0,044 – 0,025 seriam classificados de Desejáveis.

A principal observação é que apesar de na Análise ABC possuímos 348 SKUs com a classe A, somente 80 partilham o nível de criticidade mais elevado (vide Tabela 9). Na Tabela 10 podemos verificar como os SKUs da Tabela 6 foram reclassificados segundo a criticidade.

Tabela 9– Conjugação critérios valor e criticidade

ABC		VED	
Classe	Nº SKUs	Classe	Nº SKUs
A	348	V	80
		E	191
		D	77
B	901	V	195
		E	621
		D	85
C	11622	V	665
		E	5610
		D	5347

Tabela 10- SKUs classificados segundo a critério da criticidade

Código	Descrição	Classe	Criticidade	VED
X272X08061	LUBRIFICADOR DIREITO M8X1,00	A	0,16	E
T843T01840	OLEO OPTIMOL OPTIGEAR BM 220	A	0,16	E
X00X127912	TELA PRESS-DEG 13.45X2.00	A	0,34	V
LABT00T109522	CADINHO 528 018 (EMB. 1000)	B	0,34	V
D873361212	TUBO PROTECÇÃO VEIO DIS.010440	C	0,34	V
PRODD877491037	MAXILA ESQª.REFORÇADA*T.COL338	C	0,34	V
X971141400	BISNAGA FIXOLID -T-BRANCA	C	0,044	D

Porém, os sobressalentes são SKUs que se caracterizam muitas vezes por uma procura errática ((Syntetos & Boylan, 2005), (Heinecke, Syntetos, & Wang, 2013)), visto que apesar das manutenções preventivas, que podem ser planeadas e daí o stock de itens poder ser previsto, as manutenções não planeadas surgem muitas vezes devido a uma falha no sistema e o seu planeamento não é possível. Isto provoca na procura padrões erráticos, logo será útil analisar estes padrões de consumo, seja porque as manutenções são planeadas e preventivas e o seu consumo tem lugar num dado período, seja porque as manutenções são corretivas e existe um grande risco de rutura de stock.

Assim, além da análise do valor e da criticidade optou-se por estudar como se comportam os SKUs em termos de variabilidade da procura. Como já referido anteriormente a variabilidade da procura permite que se observem quais os SKUs que apresentam uma distribuição da procura irregular ao longo do ano, identificando por isso picos de consumo, ou pelo contrário os SKUs que apresentam uma procura regular.

Para se conseguir obter uma caracterização da Variabilidade da Procura dos SKUs, analisou-se a procura mensal e obteve-se para o período de um ano o desvio padrão e a média do consumo. Após a angariação destes valores, calculou-se a variabilidade da procura.

Porém, colocou-se uma questão - como classificar e agrupar os SKUs através da variabilidade. Aqui continuou-se a aplicar o Princípio de Pareto (D'Alessandro & Baveja, 2000), à semelhança do que tínhamos feito para a Classificação ABC. Assim, 5% dos SKUs em análise deveriam ter uma elevada variabilidade, 20% uma variabilidade média e 75% uma baixa variabilidade. Porém, constatou-se que uma percentagem muito superior a 5% apresentava valores elevados de variabilidade, outro grupo apresentava valores mais heterógenos menos elevados que perfaziam um intervalo de 3,4 a 0,24, os restantes apresentavam uma variabilidade muito reduzida inferior a 0,24.

Perante isto, decidiu-se classificar os SKUs como de elevada variabilidade (H), Baixa Variabilidade (L) e sem variabilidade (W). Na Tabela 11 podemos observar como os SKUs que têm servido de exemplo no estudo foram reclassificados segundo a Variabilidade da Procura e na Figura 11 a Distribuição da Variabilidade em 2013.

Tabela 11- SKUs classificados após aplicação do critério da Variabilidade da Procura

Código	Descrição	Classe	Criticidade	VED	COFV	Classe
X272X08061	LUBRIFICADOR DIREITO M8X1,00	A	0,16	E	3,281908	L
T843T01840	OLEO OPTIMOL OPTIGEAR BM 220	A	0,16	E	3,464102	H
X00X127912	TELA PRESS-DEG 13.45X2.00	A	0,34	V	3,464102	H
LABT00T109522	CADINHO 528 018 (EMB. 1000)	B	0,34	V	2,335497	L
D873361212	TUBO PROTECÇÃO VEIO DIS.010440	C	0,34	V	3,464102	H
PRODD877491037	MAXILA ESQ*.REFORÇADA*T.COL338	C	0,34	V	0	W
X971141400	BISNAGA FIXOLID -T-BRANCA	C	0,044	D	3,464102	H

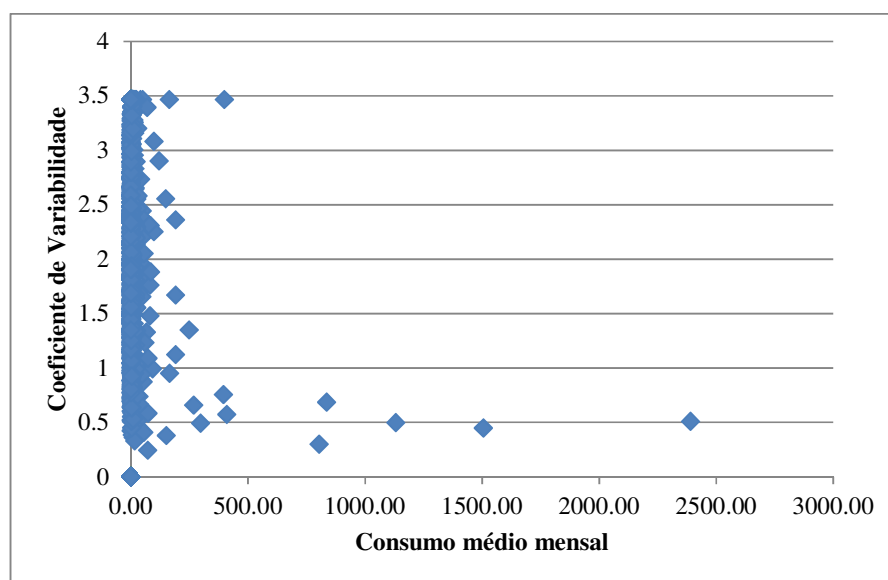


Figura 11 – Distribuição da Variabilidade da Procura em 2013

Os resultados conduziram à tentativa de compreender porque é que existem SKUs que apresentam uma variabilidade nula, dado que representavam um número elevado de SKUs – 9584. Seriam estes o resultado de uma procura altamente regular ou se pelo contrário apresentavam um padrão de consumo nulo.

A análise foi alargada para o período que medeia entre 2005 e 2013. Caso o padrão se repetisse neste período poderíamos estar perante SKUs obsoletos (Cavaliere, Garetti, Macchi, & Pinto, 2008). Esta possibilidade foi igualmente discutida abrindo-se sempre a exceção para os SKUs vitais, que devido à sua importância necessitariam sempre de pelo menos um stock de segurança e o seu padrão de procura pode ser muito irregular, daí não apresentarem qualquer tipo de consumo.

O resultado dessa análise encontra-se na Tabela 12. Como podemos verificar só 881 SKUs que não apresentavam consumos no ano de 2013 é que apresentam algum tipo de consumo no período de 2005-2013, os restantes 8703 não apresentam qualquer consumo. De notar

que somente 465 deste 8703 SKUs que não têm consumo são SKUs vitais, daí ser proposta uma classificação de obsoletos para todos os SKUs que não têm consumo e que são essenciais e desejáveis (8238).

Tabela 12- SKUs sem Consumo

SKUs Sem Consumo				
2013	2005-2013	Vitais	Essenciais	Desejáveis
9584	8703	465	3944	4294

Verificou-se que 3287 SKUs apresentam variabilidade da procura, e que de entre estes 1615 tem uma elevada variabilidade.

Neste momento procedeu-se à conjugação de critérios, sendo surpreendente que seis grupos na framework não possuem um único SKU associado - (ADW, AEW, AVW, BDW, BEW, BVW). De constatar que entre estes existem duas características comuns são SKUs de valor médio/elevado e todos apresentam uma baixa variabilidade. Porém, não é de excluir que os SKUs que não foram incluídos na amostra não possam aquando da sua reclassificação ocupar um destes clusters.

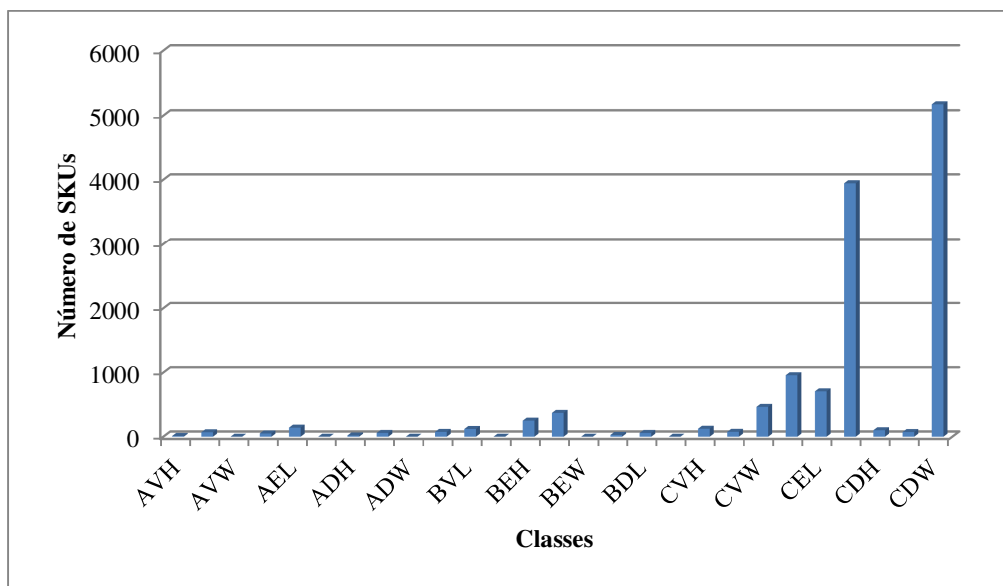


Figura 12 – Distribuição de SKUs pelas Classes

A distribuição dos SKUs pelas classes pode ser observada no Figura 12. Assim verifica--se que as classes mais numerosas são CDW, CEW, seguidos CEH e CEL. Os restantes grupos têm aglomerações menos significativas.

A aplicação do valor, da criticidade e do coeficiente de variabilidade resultam assim na distribuição de SKUs que pode ser observada na Tabela 13.

Tabela 13 - Tabela de conjugação de critérios valor, criticidade e variabilidade da procura

ABC		VED		HLW	
Classe	Nº SKUs	Classe	Nº SKUs	Classe	Nº SKUs
A	348	V	80	H	11
				L	69
				W	0
		E	191	H	50
				L	141
				W	0
		D	77	H	19
				L	58
				W	0
B	901	V	195	H	75
				L	120
				W	0
		E	621	H	250
				L	371
				W	0
		D	85	H	27
				L	58
				W	0
C	11622	V	665	H	124
				L	76
				W	465
		E	5610	H	958
				L	707
				W	3945
		D	5347	H	101
				L	72
				W	5174
Total	12871		12871		12871

Para finalizar reclassificou-se os SKUs, de forma, a que 3 critérios de classificação – valor, criticidade e variabilidade da procura – resultassem numa Análise ABC multicritério, atribuindo pesos a cada critério. A apresentação dos resultados desta forma permitiria um melhor entendimento e uma mais fácil visualização dos SKUs mais importantes para a organização por parte dos gestores (vide 3.4.4).

Além disso, isto permitiria enfatizar não só o valor da procura, como numa análise ABC Clássica, mas outros critérios. Neste caso, estabeleceu-se que a criticidade teria um peso idêntico ao valor da procura e a variabilidade seria o critério com menor peso na análise.

Após alguma ponderação, utilizando mais uma vez o Método de Análise Hierárquica (AHP) decidiu-se que a criticidade e o valor da procura assumiriam 40% e a variabilidade 20%.

Tabela 14- Conjugação de Critérios - Aplicação do AHP

	Valor	Criticidade	Coefficiente de Variabilidade
Valor	1	1	2
Criticidade	1	1	2
Coefficiente de Variabilidade	1/2	1/2	1
Lambda: 3; CR:0,0			

Os resultados alcançados para a distribuição dos pesos dos três critérios em análise são apresentados na Tabela 14 e os pesos apresentados na Tabela 15. A razão de consistência (Consistency Ratio (CR)) para este critério é de 0 o que está abaixo do limite definido por Saaty (2000) de 0,52 para matrizes quadradas de 3 elementos. Também de acordo com Alonso and Lamata (2006) os valores de Lambda Max está abaixo do limite de 3,0957.

Tabela 15- Pesos dos critérios obtidos através do AHP

Critérios	Pontuação
Valor	0,4
Criticidade	0,4
Coefficiente de Variabilidade	0,2

Como os valores que estes critérios apresentam não são expressos nas mesmas unidades de medida, efetuou-se uma transformação dos valores numa escala entre 0-1. Este procedimento encontra-se descrito em Flores et al. (1992, p. 81).

Esta nova classificação ABC Multicritério permite que o ranking dos critérios seja alterado. Aqui foi seguido o princípio adotado por Flores et al. (1992) e no qual o número de SKUs definido na Análise ABC Clássica mantém o mesmo número na Análise ABC Multicritério.

Tabela 16- SKUs reclassificados após a aplicação da Análise ABC Multicritério

Classe	ABC Clássica	nº SKUs Reclassificados	ABC Multicritério
A	348	35	A
		83	B
		230	C
B	901	141	A
		261	B
		499	C
C	11622	172	A
		557	B
		10893	C

A Framework permitiu com a conjugação de classes que dos 12 871 SKUs em análise se enfatizasse não só os itens que pesavam mais em termos de valor, mas que simultaneamente se pudesse verificar como é que outros critérios igualmente importantes influenciavam esta a classificação de SKUs.

Assim, verificamos que na clássica Análise ABC somente 348 dos SKUs estavam classificados com Classe A, devido ao seu valor. Porém, com a Análise ABC Multicritério verifica-se que somente 35 destes se mantêm com a classificação A, pois 83 foram reclassificados com a Classe B e 230 com a Classe C (vide Tabela 16 e Figura 13).

Igualmente curioso é verificar que numa simples Análise ABC Clássica, na qual o único critério a ser considerado foi o de valor 172 SKUs que estavam classificados na Classe C foram reclassificados para a Classe de maior importância (A), suportando mais uma vez a ideia de que uma classificação que contemple um único critério pode ser muito redutora para SKUs muito heterogêneos.

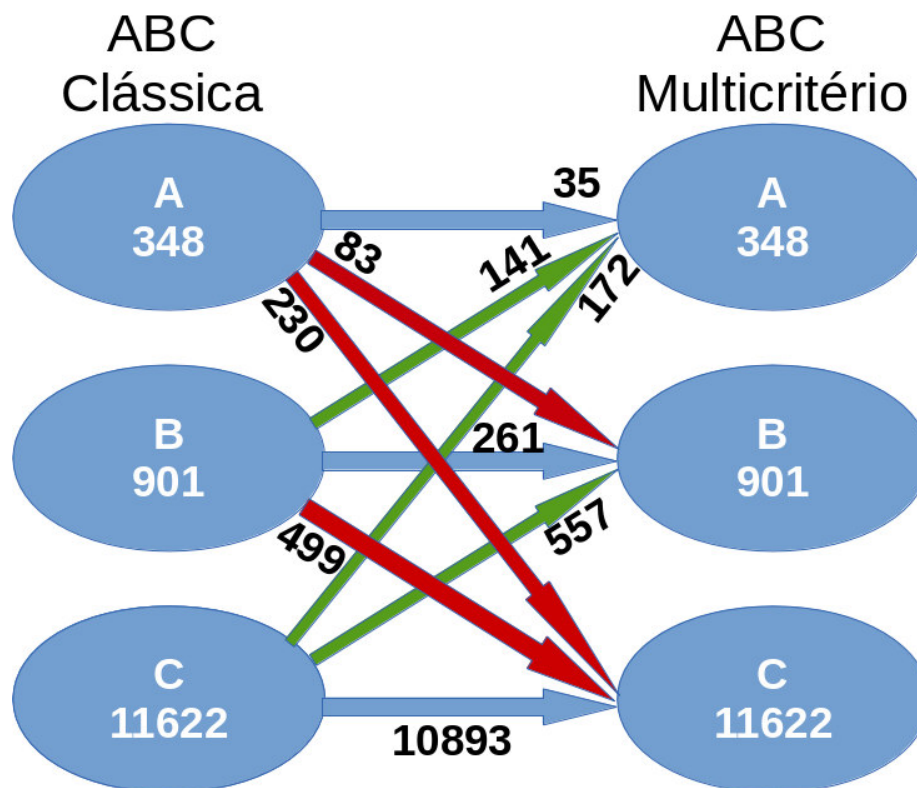


Figura 13 – Esquema de reclassificação de SKUs após a aplicação da Análise ABC Multicritério

Os exemplos de SKUs que mediante uma análise multicritério mudam de classe são vários, alguns exemplos são ilustrados na Tabela 17.

Tabela 17- SKUs classificados após aplicação da Análise ABC Multicritério

Código	Descrição	Classe	Criticidade	VED	COFV	Classe	Classes	classe ponderada	classe
X272X08061	LUBRIFICADOR DIREITO M8X1,00	A	0,16	E	3,281908	L	AEL	0,365117442	C
T843T01840	OLEO OPTIMOL OPTIGEAR BM 220	A	0,16	E	3,464102	H	AEH	0,377938116	B
X00X127912	TELA PRESS-DEG 13.45X2.00	A	0,34	V	3,464102	H	AVH	0,625026593	A
LABT00T109522	CADINHO 528 018 (EMB. 1000)	B	0,34	V	2,335497	L	BVL	0,536108709	A
D873361212	TUBO PROTECÇÃO VEIO DIS.010440	C	0,34	V	3,464102	H	CVH	0,600603423	A
PRODD877491037	MAXILA ESQª.REFORÇADA*T.COL338	C	0,34	V	0	W	CVW	0,4	B
X971141400	BISNAGA FIXOLID -T-BRANCA	C	0,044	D	3,464102	H	CDH	0,224133676	C

4.4 Validação da Framework

Verifica-se que após a Classificação de SKUs surgiu uma das etapas mais importantes, a validação da Framework. Assim, numa reunião na qual investigadores, pessoal das Compras, pessoal do Armazém, pessoal da Secção Financeira e da Manutenção estiveram presentes foram apresentados os resultados da Framework na qual se aplicaram os critérios estabelecidos em sessões anteriores.

Verifica-se que a mesma conseguiu de facto enfatizar itens críticos e não só os SKUs que pesavam mais em termos de valor no armazém; a gestão beneficiará, desta forma, de uma melhor fiscalização e uma focalização mais precisa nas políticas de inventário.

As Compras ressaltaram que irá permitir um melhor entendimento com a Manutenção no que concerne a um ponto de equilíbrio sobre as políticas de gestão de inventário de SKUs de forma a minorar ruturas de stock e elevação dos níveis de serviço.

Salientou-se ainda a questão de que a Framework permitiu uma base para uma possível identificação de SKUs obsoletos.

4.5 Definição das Políticas de Inventário

As Políticas de gestão de inventário foram sugeridas na mesma reunião de apresentação da Framework, mas não foi testado a sua adequação ao contexto da empresa. Este será de facto uma das propostas de investigação futura.

5. Conclusões e Proposta de Investigação Futura

O objetivo do projeto prendia-se com a construção de uma Framework para classificação de Stock Keeping Units, que seria sustentada numa revisão da literatura sobre o tema e validada numa empresa, foi cumprido.

O caso em estudo prolongou-se por seis meses após os quais foi apresentada uma solução de classificação de SKUs do armazém de sobressalentes e produtos de uso geral. Além disso, foram sugeridas políticas de gestão de inventário mediante as classes de classificação.

O estudo envolveu todos os SKUs do armazém, tendo sido excluídos todos aqueles que já eram considerados obsoletos ou que necessitavam de uma revisão sobre a sua criticidade ou utilização na fábrica.

Verificou-se que a aplicação de uma classificação de SKUs multicritério era a melhor solução para um armazém que detém uma diversidade tão grande de itens. Além disso, esta classificação beneficia em muito da colaboração das diversas secções da fábrica, principalmente das Compras e da Manutenção que são os principais intervenientes neste local. Porém, não será de excluir que em critérios como a criticidade, a Produção não pudesse ter outro tipo de julgamento no ranking dos SKUs.

A análise ABC Multicritério permitiu perceber que uma classificação que se baseie somente num único critério, arrisca-se a não incluir critérios que são de importância fundamental para a organização. Esta mesma premissa ficou comprovada quando se verifica que a criticidade e a variabilidade da procura acentuam SKUs que somente pelo seu valor eram relegados para a classe de menor importância.

Além disso, a análise revela que muitos dos SKUs que constituem o inventário do armazém têm um consumo nulo, daí estarmos perante um grande número de itens que à partida reúnem todos os requisitos para serem considerados como obsoletos.

Foi deveras interessante deparamo-nos com uma variabilidade da procura muito grande para os itens que possuem consumo. De facto são aqui replicadas as características de sobressalentes (procura errática, consumos baixos) que se verificam no estudo bibliográfico realizado.

Concluiu-se que existem itens que pela sua importância exigem uma gestão diferenciada, tendo que ser adotadas políticas de gestão muito diferentes entre alguns grupos de SKUs. As políticas foram sugeridas com vista à redução do nível de inventário e com a tentativa de redução de ruturas de stocks e de elevação dos níveis de serviço de forma a evitar tempos de paragem desnecessários.

O estudo permitiu dotar a empresa de uma ferramenta de apoio à gestão de inventário e ao processo de tomada de decisão, dando igualmente uma percepção mais clara do funcionamento do armazém e do seu impacto na fábrica. Além disso, o estudo permitiu estabelecer pontos de contacto entre as diversas seções da empresa, criando consensos sobre ações imediatas a tomar para tornar o desempenho do armazém de sobressalentes e produtos de uso geral mais eficiente, por exemplo na questão de SKUs sem qualquer tipo de consumo.

Ao nível académico será de salientar que este foi um estudo com uma aplicabilidade a um contexto real, numa empresa da indústria automóvel já há muito implantada no mercado e que por isso possui uma base de dados que reflete essa longevidade e diversidade. De salientar que a framework foi igualmente validada na empresa, porém o impacto da mesma a longo prazo terá de ser verificado em futuras investigações.

Cabará, igualmente, a investigações futuras perceber quando a mesma Classificação de SKUs deverá ser revista e sugerir uma periodicidade para a mesma se realizar.

Poderá ser igualmente interessante aplicar a mesma Framework a outras organizações que trabalhem com sobressalentes e produtos de uso geral e atestar da sua pertinência. Pensa-se que a mesma poderá ser replicada com sucesso a empresas de reparações de equipamentos pesados e outras indústrias de processo produtivo.

Seria igualmente interessante verificar quais as implicações da aplicação da Framework num longo prazo e verificar se comportamentos como resistências à mudança permitem que a mesma tenha sucesso.

6. Bibliografia

- Alonso, J. A., & Lamata, M. T. (2006). Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 14(04), 445-459.
- Altay Guvenir, H., & Erel, E. (1998). Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm. *European Journal of Operational Research*, 105(1), 29-37.
- Aydin Keskin, G., & Ozkan, C. (2013). Multiple Criteria ABC Analysis with FCM Clustering. *Journal of Industrial Engineering*.
- Bacchetti, A., & Saccani, N. (2012). Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. *Omega*, 40(6), 722-737.
- Bacchetti, A., Plebani, F., Saccani, N., & Syntetos, A. (2013). Empirically-driven hierarchical classification of stock keeping units. *Int. J. Production Economics*, 143, 263–274. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.06.010>
- Baker, T., & Jayaraman, V. (2012). Managing information and supplies inventory operations in a manufacturing environment. Part 1: An action research study. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1666-1681.
- Bertolde, A. I., & Junior, W. P. (2013). Uma Comparação de Métodos de Previsão de Demanda de Peças de Reposição: Uma Aplicação ao Transporte Ferroviário. *Revista Gestão Industrial*, 9(3), 535-551. doi:10.3895/S1808-04482013000300001
- Bonin, L. F. (2010). *Gerenciamento de portfólio visando a redução de complexidade. Trabalho de Conclusão de Curso*. Escola de Engenharia de São Carlos da USP, Departamento de Engenharia de Produção . São Carlos: USP.
- Bošnjaković, M. (2010). Multicriteria inventory model for spare parts. *Tehnički Vjesnik*, 17(4), 499-504.
- Botter, R., & Fortuin, L. (2000). Stocking strategy for service parts—a case study. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(6), 656-674.
- Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2007). The accuracy of a modified Croston procedure. *International Journal of Production Economics*, 107(2), 511-517.
- Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2010). Spare parts management: a review of forecasting research and extensions. *IMA Journal of Management Mathematics*, 21(3), 227-237.

- Boylan, J. E., Syntetos, A. A., & Karakostas, G. C. (2008). Classification for forecasting and stock control: a case study. *Journal of the Operational Research Society*, 59(4), 473-481.
- Braglia, M., Grassi, A., & Montanari, R. (2004). Multi-attribute classification method for spare parts inventory management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(1), 55-65.
- Cavalieri, S., Garetti, M., Macchi, M., & Pinto, R. (2008). A decision-making framework for managing maintenance spare parts. *Production Planning & Control*, 19(4), 379-396.
- Celebi, D., Bayraktar, D., & Aykaç, D. S. (10 de 2008). Multi Criteria Classification for Spare Parts Inventory. *38th Computer and Industrial Engineering Conference*, (pp. 1780-1787).
- Childerhouse, P., Aitken, J., & Towill, D. R. (2002). Analysis and design of focused demand chains. *Journal of Operations Management*, 20(6), 675-689.
- D'Alessandro, A. J., & Baveja, A. (2000). Divide and conquer: Rohm and Haas' response to a changing specialty chemicals market. *Interfaces*, 30(6), 1-16.
- Duchessi, P., Tayi, G. K., & Levy, J. B. (1988). A conceptual approach for managing of spare parts. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 18(5), 8-15.
- Eaves, A. H. (2002). *Forecasting for the Ordering and Stock-Holding of Consumable Spare Parts*. The Management School, Lancaster University, Department of Management Science.
- Eaves, A. H., & Kingsman, B. G. (2004). Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, 55(4), 431-437.
- Ernst, R., & Cohen, M. A. (1990). Operations related groups (ORGs): a clustering procedure for production/inventory systems. *Journal of Operations Management*, 9(4), 574-598.
- Fisher, M. L. (1997). What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, 75, 105-117.
- Flores, B. E., & Whybark, D. C. (1986). Multiple criteria ABC analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 6(3), 38-46.
- Flores, B. E., & Whybark, D. C. (1987). Implementing multiple criteria ABC analysis. *Journal of Operations Management*, 7(1), 79-85.

- Flores, B. E., Olson, D. L., & Dorai, V. K. (1992). Management of multicriteria inventory classification. *Mathematical and Computer Modelling*, 16(12), 71-82.
- Fuller, J. B., O'Connor, J., & Rawlinson, R. (1993). Tailored logistics: the next advantage. *Harvard Business Review*, 71(3), 87-98.
- Gajpal, P. P., Ganesh, L. S., & Rajendran, C. (1994). Criticality analysis of spare parts using the analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, 35(1), 293-297.
- Goepel, K. D. (2013). Implementing the Analytic Hierarchy Process as a Standard Method for Multi-Criteria Decision Making In Corporate Enterprises – A New AHP Excel Template with Multiple Inputs. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 2013*.
- Graham, G. (1987). *Distribution inventory management for the 1990s*. Inventory Management Press.
- Heinecke, G., Syntetos, A. A., & Wang, W. (2013). Forecasting-based SKU classification. *International Journal of Production Economics*, 143(2), 455-462.
- Huiskonen, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices. *International Journal of Production Economics*, 71(1), 125–133.
- Jouni, P., Huiskonen, J., & Pirttilä, T. (2011). Improving global spare parts distribution chain performance through part categorization: A case study. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 164-171.
- Kennedy, W. J., Patterson, W., & Fredendall, L. D. (2002). An overview of recent literature on spare parts inventories. *International Journal of Production Economics*, 76(2), 201-215.
- Khabbazi, M. R., Shapi'i, A., Hasan, M. K., Sulaiman, R., Eskandari, A., & Taei-Zadeh, A. (2013). Object-oriented Design Framework for Stock Keeping Unit Generating System. *Jurnal Teknologi*, 63(1).
- Köber, J., & Heinecke, G. (2012). Hybrid production strategy between make-to-order and make-to-stock—a case study at a manufacturer of agricultural machinery with volatile and seasonal demand. *Procedia CIRP*, 3, 453-458.
- Lengu, D., Syntetos, A. A., & Babai, M. Z. (2014). Spare parts management: linking distributional assumptions to demand classification. *European Journal of Operational Research*, 235(3), 624–635.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.12.043>

- Logismater. (11 de 9 de 2011). *Logismater*. Obtido em 30 de 03 de 2014, de <http://www.logismater.com.br/artigos.php>
- Marquês, C. C. (2007). *Análise de Processos e Produtividade das Operações: Aplicação a um caso de estudo real*. Instituto Superior Técnico.
- Millstein, M. A., Yang, L., & Li, H. (2014). Optimizing ABC inventory grouping decisions. *International Journal of Production Economics*, 148, 71-80.
- Molenaers, A., Baets, H., Pintelon, L., & Waeyenbergh, G. (2012). Criticality classification of spare parts: A case study. *Int. J. Production Economics*, 140, 570–578. doi:10.1016/j.ijpe.2011.08.013
- Muller, M. (2011). *Essentials of inventory management*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Ng, W. L. (2007). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 344-353.
- Partovi, F. Y., & Anandarajan, M. (2002). Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers & Industrial Engineering*, 41(4), 389-404.
- Petrović, D., & Petrović, R. (1992). SPARTA II: further development in an expert system for advising on stocks of spare parts. *International Journal of Production Economics*, 24(3), 291-300.
- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 33(3), 695-700.
- Rego, J. R., & Mesquita, M. A. (2011). Spare parts inventory control: a literature review. *Produção*, 21(4), 656-666. doi:10.1590/S0103-65132011005000002
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*. New York: McGraw.
- Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process* (2^a ed., Vol. 6). Pittsburg: Rws Publications.
- Sexton, M., & Lu, S. L. (2009). The challenges of creating actionable knowledge: an action research perspective. *Construction Management and Economics*, 27(7), 683-694.
- Sharaf, M. A., & Helmy, H. A. (2001). A classification model for inventory management of spare parts. *Proceedings of 7th International Conference on Production, Industrial Engineering, Design and Control (PEDAC 2001)*, 1, pp. 375-382. Alexandria, Egypt.

- Snyder, R. D., Ord, J. K., & Beaumont, A. (2012). Forecasting the intermittent demand for slow-moving inventories: A modelling approach. *International Journal of Forecasting*, 28(2), 485-496.
- Soylu, B., & Akyol, B. (2014). Multi-criteria inventory classification with reference items. *Computers & Industrial Engineering*, 69, 12–20.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2013.12.011
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603.
- Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. *International Journal of Forecasting*, 21(2), 303-314.
- Syntetos, A. A., Keyes, M., & Babai, M. Z. (2009). Demand categorisation in a European spare parts logistics network. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(3), 292-316.
- Talluri, S., Cetin, K., & Gardner, A. J. (2004). Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(1), 62-69.
- Teunter, R. H., Babai, M. Z., & Syntetos, A. A. (2009). ABC classification: service levels and inventory costs. *Production and Operations Management*, 19(3), 343-352.
- van Kampen, T. J., & van Donk, D. P. (2013). When is it time to revise your SKU classification: setting and resetting the decoupling point in a dairy company. *Production Planning & Control*, 1-13.
- van Kampen, T. J., Akkerman, R., & van Donk, D. P. (2012). SKU classification: A literature review and conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(7), 850-876.
- Vieira, R. (2006). *A Importância Estratégica da Classificação de Materiais: Um Estudo de Caso na Indústria de Enlatados de Pescados*. Itajaí: Instituto Cenecista Fayal de Ensino Superior - IFES.
- Williams, T. M. (1984). Stock control with sporadic and slow-moving demand. *Journal of the Operational Research Society*, 5(10), 939-948.