



Criticidade e dimensionamento de estoques MRO: Estudo de caso de uma fábrica de chocolates localizada na França

João Carlos Vicente Coelho Júnior

Ricardo Filardi Fontes

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Lino Guimarães Marujo D.Sc

Rio de Janeiro
Setembro de 2017

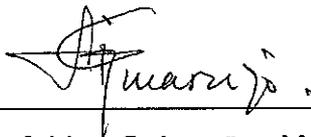
Criticidade e dimensionamento de estoques MRO: Estudo de caso de uma
fábrica de chocolates localizada na França

João Carlos Vicente Coelho Júnior

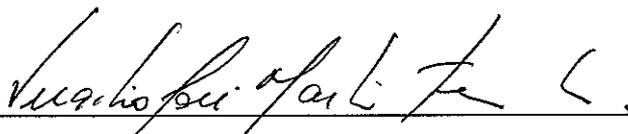
Ricardo Filardi Fontes

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Examinado por:



Prof. Lino Guimarães Marujo, D.Sc. (Orientador)



Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho, D.Sc.



Prof. Vinícius Carvalho Cardoso, D. SC

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

Setembro de 2017

Júnior, João Carlos Vicente Coelho

Fontes, Ricardo Filardi

Criticidade e dimensionamento de estoques MRO: Estudo de caso de uma fábrica de chocolates localizada na França – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2017.

IX, 49 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Prof. Lino Marujo (D.Sc.)

Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Curso de Engenharia de Produção, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 46-49.

1. Gestão de Estoques. 2. Peças de reposição. 3. Métodos de avaliação de criticidade 4. Chocolate

I. Marujo, Lino

II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Curso de Engenharia de Produção.

III. Criticidade e dimensionamento de estoques MRO: Estudo de caso de uma fábrica de chocolates localizada na França – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2017.

AGRADECIMENTOS – Ricardo Filardi

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus pais, Simone e Ricardo, por todos os sacrifícios ao longo da minha formação acadêmica, além de serem ambos a minha base e exemplos de vida. A minha irmã, meu primeiro exemplo de comprometimento, disciplina e determinação.

Aos amigos de colégio, Bernardo, Eduardo, Evandro, Igor, Renan e Rafael com os quais tive a sorte de crescer e formar minha personalidade.

Aos amigos de faculdade, Gabriela, Juliana, Gustavo, Yuri, Lucas e João Carlos que passaram por momentos muito importantes na minha vida sempre me tornando uma pessoa melhor do que eu era no dia anterior.

Por fim, mas não menos importante, aos professores e funcionários da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTOS – João Carlos Vicente

Primeiramente agradeço àqueles sem os quais nada disso seria possível. Àqueles que desde cedo abdicaram de muito, desdobraram-se em muitos, esforçaram-se para fazer com que seus filhos fossem bem sucedidos e pudesse reescrever parte da história dessa família. À minha mãe, Marlúcia, e ao meu pai, João Carlos, meu muito obrigado. Obrigado por terem acreditado em nossos sonhos e aspirações, obrigado pelo apoio e pela compreensão, obrigado por terem sido desde sempre exemplos nos quais me espelho e aos quais espero devolver tamanha confiança, mesmo sabendo que isso jamais será possível.

À minha irmã, Letícia, que sempre esteve ao meu lado quando precisei, compartilhou comigo meus medos e foi a melhor irmã que eu poderia querer e pedir. Te amo, irmã! À minha avó, que desde cedo mostrou o quão importante é ser persistente, guerreira, desdobrar-se em mais de um papel e dar amor a seus netos. Obrigado, Vó!

Aos meus amigos, tanto do Colégio Militar quanto da UFRJ, que fizeram com que a trajetória fosse mais suave e com que as vitórias fossem ainda melhores. Obrigado por toda a ajuda e companheirismo, sem vocês com certeza esse caminho teria sido muito mais árduo.

Aos pequenos integrantes da minha família, que apesar de pequenos em tamanho fazem com que eu me sinta cada dia mais feliz e com um sorriso conseguem transformar não só a mim mas também aos que estão ao seu redor. Obrigado Maria Eduarda, Maria Fernanda, Millena, Miguel, Júlia e João Victor.

Por fim, obrigado à UFRJ e aos seus professores por fazer com que esse momento fosse possível. Obrigado.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

Criticidade e dimensionamento de estoques MRO: Estudo de caso de uma fábrica de chocolates localizada na França

João Carlos Vicente Coelho Júnior

Ricardo Filardi Fontes

Setembro/2017

Orientador: Prof. Lino Guimarães Marujo, D.Sc

Curso: Engenharia de Produção

O presente trabalho visa idealizar um estoque central em uma fábrica de chocolate presente na França. Nesse sentido, foram descritos aspectos relevantes de gestão de estoques de peças de reposição, um grande desafio para empresas no mundo todo. Em seguida foram levantados métodos de avaliação da criticidade de equipamentos e das peças que os compõe, um método importante para a priorização do estudo. A escolha do modelo permitiu então que, após a adaptação do mesmo no contexto em que a empresa estava inserida, fossem levantadas as criticidades das peças necessárias para o estoque central. Ainda no contexto do estudo de peças, foram analisados os consumos históricos com o intuito de estabelecer limites para os volumes em estoque e assim diminuir a necessidade de capital em forma de peças no estoque. Por fim, o trabalho foi entregue para a Diretoria da empresa para que assim a teoria fosse posta em prática.

Palavras-chave: Gestão de Estoques, peças de reposição, métodos de avaliação de criticidade, chocolate

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineer.

Criticality and dimensioning of MRO stocks: A case study of a chocolate factory located in France

João Carlos Vicente Coelho Júnior

Ricardo Filardi Fontes

Advisor: Prof. Lino Guimarães Marujo, D.Sc

Course: Industrial Engineering

The present work aims to idealize a central stock in a chocolate factory in France. In this sense, relevant aspects of inventory management of spare parts were described, a great challenge for companies worldwide. After that, methods of evaluation of the criticality of equipment and the parts that compose them were collected, an important method for prioritizing the study. The choice of the model allowed then, after the adaptation of the same in the context in which the company was inserted, were raised the criticalities of the parts needed for the central stock. Still in the context of the study of parts, the historical consumption was analyzed in order to establish limits for the volumes in stock and thus to reduce the need of capital in the form of pieces in the stock. Finally, the work was handed over to the company's Board of Directors so that the theory could be put into practice.

Keywords: Inventory Management, spare parts, criticality assessment methods, chocolate

Sumário

1.	Introdução	1
1.1.	Considerações iniciais	2
1.2.	Contextualização da literatura	2
1.2.1.	Gestão de estoques	2
1.2.2.	Avaliação da criticidade de itens	3
1.3.	Motivação para a escolha do tema	4
1.4.	Objetivos	5
1.4.1.	Objetivos gerais	5
1.4.2.	Objetivos específicos	6
2.	Referencial Teórico	7
2.1.	Mercado de chocolate/alimentação na França	7
2.2.	Itens MRO	8
2.3.	Padrão de consumo para peças MRO	10
2.4.	Centralização x descentralização de estoques	11
2.5.	Métodos de avaliação de criticidade	12
2.5.1.	Brainstorming	12
2.5.2.	Delphi	13
2.5.3.	XYZ	15
2.5.4.	Diagrama de causa e efeito	17
2.5.5.	PIEU	18
2.6.	Modelo estatístico	20
3.	Estudo de Caso	25
3.1.	Estabelecimentos Jacquot	25
3.2.	Grupo Cémoi	26
3.3.	Seleção do método	28
3.4.	Adaptação do método	29
3.5.	Complementação do Método	31
3.6.	Restrições do método	33
3.7.	Método de avaliação de criticidade aplicado à organização	34
3.7.1.	Parte 1: Levantamento da criticidade dos componentes das linhas	35
3.7.2.	Parte 2: Levantamento da criticidade das peças	37
3.8.	Modelo estatístico aplicado à organização	38
4.	Resultados	41
5.	Conclusão	45
6.	Bibliografia	46

Lista de Figuras

Figura 1 Gráfico da demanda independente	100
Figura 2 Gráfico da demanda dependente.....	100
Figura 3 Etapas de uma sessão de Brainstorming.....	14
Figura 4 Princípios de um estudo Delphi.....	16
Figura 5 Classificação XYZ da Criticidade dos Itens em Estoque	17
Figura 6 Gráfico espinha de peixe	18
Figura 7 Établissements Jacquot antigamente.....	25
Figura 8 Établissements Jacquot hoje em dia.....	26
Figura 9 Localização das plantas industriais.....	28

Lista de Tabelas

Tabela 1 Exemplo de estudo de probabilidade de Poisson para consumo igual a 5 ...	23
Tabela 2 Acontecimentos históricos do Grupo Cémoi.....	27
Tabela 3 Classificação de criticidade Glacaire Finale - Método Original.....	29
Tabela 4 Classificação de criticidade Glacaire Finale - Método Alternativo	31
Tabela 5 Grupamentos da linha E4.....	35
Tabela 6 Classificação para os grupamentos da Zona Quente para E4.....	36
Tabela 7 Classificação para os grupamentos da Zona de condicionamento para E4..	37
Tabela 8 Resumo do volume ideal para as peças da linha E4	39
Tabela 9 Peças em comum entre os estoques	40
Tabela 10 Quantidade de grupamentos críticos para as linhas de produção	41
Tabela 11 Número total de peças para os grupamentos críticos.....	41
Tabela 12 Classificação das peças para cada linha de produção	42
Tabela 13 Levantamento final de peças comuns e críticas	42

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Classificação da criticidade das peças para E4	38
Gráfico 2 Consumo histórico de peças para a linha E4.....	39

1. Introdução

As transformações econômicas e também do mercado consumidor fizeram com que as empresas voltassem cada vez mais suas estratégias no sentido de conquistar perenidade e longevidade. Hoje em dia, além disso, as empresas precisam sobreviver ao mercado que se mostra cada vez mais competitivo e também visar o maior lucro possível, tornando rentável seu páreo a seus concorrentes.

Nesse contexto, a estratégia, que pode ser definida como o conhecimento em gestão, conceitos e razões práticas nos âmbitos acadêmico e empresarial (DESS; LUMPKIN; EISNER, 2007) de muitas empresas passou a ser o ganho de eficiência quanto à gestão de seus custos.

Um custo relativamente alto para as empresas é o de estoque, que representa um significativo investimento de capital, logo um fator potencial de geração de negócios e lucros. Dessa forma, a gestão de estoques tem sido grande preocupação de gerentes, engenheiros, administradores e de todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente às áreas produtivas (MARTINS; ALT, 2009) e assim figuram entre as principais metas a serem alcançadas pelos stakeholders. Ao custo de estoque está associado, também, o custo de oportunidade: o valor do bem que está parado em estoque deixa de ser aplicado em outra atividade pela empresa, atividade esta que poderia ser um fator chave para a operação ou para a diferenciação da companhia, por exemplo. Cabe à empresa, nesse momento, ponderar o que pra ela se mostra mais importante, ou seja, ser coerente à imagem que transmite ao mercado e também ao valor que pretende entregar a seus clientes. Isso gera um trade-off que é realidade para muitas organizações, o de ter peças em estoque suficientes para suprir sua produção ou então se permitir ter um nível de serviço pior mas ter a garantia de haver capital suficiente para outros investimento.

Segundo Christopher (2002), em uma empresa industrial típica os estoques podem superar o nível de 15% dos ativos, o que corrobora a importância de reduzir esses custos para que a operação esteja cada vez mais enxuta em termos de investimento. Além disso, um estoque com muitas peças está mais sujeito a riscos como danos às peças ou produtos, perdas e até mesmo deterioração dos itens. Um nível de estoque muito alto faz com que a empresa se exponha, também, à possibilidade de adquirir peças que em certo tempo tornar-se-ão obsoletas ou então às mudanças que os próprios produtos podem vir a sofrer, onde as peças poderão ser aproveitadas ou não.

Apesar da dificuldade em gerenciar os estoques, eles representam uma forma de garantia e confiabilidade para a operação se caracterizando assim como uma variável de extrema importância para as empresas.

Pode-se dizer que a metodologia utilizada nesse projeto tem o caráter de pesquisa de caráter exploratório com revisões bibliográficas sobre o tema a partir de livros e artigos científicos. Dessa forma destaca-se a análise qualitativa que será então aplicada a um estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício na França.

1.1. Considerações iniciais

O presente trabalho é apresentado em três etapas. A primeira busca explicar a motivação que deu origem a este projeto bem como introduzir a problemática envolvida no tocante à gestão de estoques. A segunda visa abordar os conceitos que serão tratados nesse projeto, buscando referencial teórico que os embase para as abordagens que se seguirão. A terceira, por fim, se resume à aplicação dos modelos a uma empresa real caracterizando assim o estudo de caso. A quarta parte analisa os resultados obtidos junto à aplicação do modelo de criticidade e também os possíveis retornos que a organização poderia obter com eles. Por fim podemos concluir a respeito do atingimento dos objetivos do projeto e os próximos passos para a organização.

1.2. Contextualização da literatura

A literatura a seguir irá abordar a gestão de estoques e os métodos de avaliação de criticidade de forma exaustiva. Dado isso, os dois tópicos estão apresentados a seguir com o intuito de elucidar posteriormente a aplicação do método no estudo de caso.

1.2.1. Gestão de estoques

Estoques, de acordo com Ballou (2007), são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas. O autor afirma ainda que gerenciar o nível dos estoques é economicamente sensato, pois o custo de manutenção desses estoques pode representar de 20 a 40% do seu valor por ano. Ou

seja, a redução dos estoques melhora o fluxo de caixa e o retorno sobre os investimentos.

Ainda de acordo com Viana (2000) o dimensionamento e controle dos estoques são metas fundamentais para a administração estabelecendo assim níveis adequados sem afetar o ciclo de comercialização, minimizando impactos negativos no fluxo de mercadorias à venda.

Esse impacto é minimizado, pois para Tubino (2000) é promovida uma independência entre etapas produtivas, onde quanto maior o estoque, maior será também a independência entre as atividades evitando assim as interrupções.

Em geral, as principais variáveis envolvidas no processo de gestão de estoques são:

- Momento da compra
- Quantidade do produto a ser adquirido
- Preço do produto
- Níveis de segurança
- Qualidade no atendimento

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2007), existem duas razões principais que geram a necessidade de uma gestão de estoques eficiente. Uma dessas razões é o desequilíbrio entre fornecimento e demanda. Além desse desequilíbrio, podem haver pontos de desequilíbrio entre diferentes estágios na produção.

1.2.2. Avaliação da criticidade de itens

Para Moss e Woodhouse (1999) a definição de "criticidade" pode ter diferentes interpretações, dependendo do objetivo e contexto no qual ela é analisada. Helmann (2010) classifica a criticidade como o atributo que expressa a importância da função de um equipamento ou sistema dentro de um processo produtivo, sob os aspectos de segurança, qualidade, meio ambiente ou outros critérios específicos.

O levantamento da criticidade, em qualquer contexto, é uma ferramenta para priorização de qualquer tipo de ação. O enfoque em assuntos, processos e até mesmo itens críticos promove uma melhor gestão na medida em que, priorizadas as ações, maior será o impacto das transformações.

Conforme observam Zammori e Gabbrielli (2011) em circunstâncias normais de operação, a criticidade de um sistema não resulta apenas de um fator, mas sim de vários fatores inter-relacionados, avaliados e analisados mediante a sua importância dentro do processo. Com isso, o autor deixa claro que a criticidade não deve ser analisada somente com o levantamento de algumas variáveis, mas sim com o levantamento de todas e por fim avaliação de quais fatores tem maior influência.

O foco da análise de criticidade no âmbito industrial consiste na identificação do impacto de equipamentos na indisponibilidade de sistemas industriais (ou de outros eventos externos que afetam o processo) durante determinado período de tempo, observando as interações entre processos, modelos de confiabilidade, variações dos parâmetros e características operacionais de cada processo (CAROT & SANZ, 2000).

1.3. Motivação para a escolha do tema

Para o autor CORRÊA et al (2000), “estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação”. Nesse sentido, vale ressaltar que os materiais acumulados em estoque ainda precisam de algum processo para que assim sejam integrados ao produto final ou para que participem do processo de transformação desses produtos.

Os estoques, por mais importantes que sejam para uma operação, não passam nenhuma percepção direta de valor para o cliente que, por sua vez, só tem contato com o produto final. Para que uma empresa prospere hoje em dia a satisfação do consumidor é necessária e muitas vezes essencial.

Segundo Kotler (2000), a satisfação do cliente consiste na sensação de prazer ou desapontamento resultante da comparação do desempenho (ou resultado) percebido de um produto em relação às expectativas do comprador.

Dado isso, quanto mais esforços e quanto mais recursos a empresa direcionar a atividades que não buscam uma melhor percepção do consumidor, pode-se dizer que a empresa está se distanciando do cenário de competitividade e do objetivo final que é a geração de lucros.

Para Brecke (1994), alguns especialistas consideram que a satisfação do consumidor é o melhor indicador dos lucros futuros de uma companhia.

Nesse contexto, a diretoria de uma das fábricas da marca Cémoi localizada em Troyes, na França, iniciou um programa de estágio cujo objetivo era selecionar um aluno da Université de Technologie de Troyes que pudesse iniciar um projeto de gestão de estoques com o objetivo de reduzir a quantidade de materiais e assim poupar recursos financeiros para a empresa. O intuito do projeto tinha foco na centralização de estoques de diferentes centros produtivos.

Os autores desse projeto estavam em intercâmbio na cidade francesa durante esse período e assim um deles foi selecionado para realizar o projeto dentro da empresa. O início do estudo começou em janeiro de 2015 e teve fim em julho do mesmo ano.

1.4. Objetivos

Os objetivos que serão esclarecidos buscam explicitar o que é pretendido com a pesquisa e indicam as metas que almejamos alcançar ao final da investigação. Os objetivos foram divididos ainda em objetivos gerais e específicos

1.4.1. Objetivos gerais

O presente trabalho tem por objetivo promover a otimização de estoques em uma empresa de chocolates localizada na França. O dimensionamento de estoques será dado pela aplicação do método de análise de criticidade de PIEU e também o estudo estatístico de distribuição no consumo das peças de manutenção e reparos. Como produto, será proposto um grupo de peças para compor o estoque central.

Além disso, o projeto pretende abordar aspectos práticos e teóricos da gestão de estoques para os mais variados itens desde produtos acabados quanto peças de reposição que apresentam um comportamento específico no tocante à demanda.

1.4.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste projeto envolvem etapas intermediárias importantes que se complementam para a construção do objetivo geral, descrito no tópico anterior. Essa etapas são:

- Fazer o mapeamento de linhas de produção, máquinas e peças pertencentes às mesmas
- Fazer a classificação de criticidade das peças juntamente com os agentes do negócio
- Identificar as peças e quantidades das mesmas para formação do estoque central

2. Referencial Teórico

2.1. Mercado de chocolate/alimentação na França

O chocolate está entre as guloseimas favoritas de crianças e adultos, tais como barras de chocolate, biscoitos com gotas de chocolate, chocolate ao leite, entre outros são algumas delas (Chocolate, 2007). Nesse sentido, as empresas do ramo tem apresentado um crescimento no volume de produção puxado principalmente pelo crescimento no volume consumido.

O portal Syndicat du Chocolat divulga, anualmente, os números referentes ao mercado de chocolates na França. Como os dados de 2016 ainda não foram divulgados, os mais recentes são os de 2015, sob os quais seguirão as análises a seguir.

Em 2015 foram vendidos, considerando as fabricações em solo francês e as importações menos as exportações um total de 3,1 bilhões de euros. No ano anterior o número registrado foi semelhante, cerca de 3,09 bilhões de euros, o que mostra um pequeno acréscimo em relação ao ano anterior e também que essa indústria é estável.

Quanto à produção em toneladas, em 2015 registrou-se uma produção de 405 mil toneladas, enquanto no ano anterior foram produzidas 399,7 mil toneladas. Esse dado reitera o que se observa com o valor referente à receita proveniente dessa atividade. Nos produtos de cunho sazonal, como os ovos de Páscoa e os chocolates típicos de Natal, a venda foi de 33.565 toneladas, contra 33.275 toneladas em 2014 (referente às vendas da Páscoa) e 15.180 toneladas em 2015 contra 14.960 toneladas em 2014.

O consumo na França é bem estável e, quando comparado ao restante da Europa, encontra-se na 7ª posição, atrás da Alemanha, Áustria, Estônia, Reino Unido, Dinamarca e Finlândia.

Assim como em outros setores as inovações são cada vez mais frequentes no setor de chocolate. Elas aparecem nos produtos, nas embalagens e no marketing das empresas e ditam as tendências do mercado. A análise de mercado indica que os chocolates com alto teor de cacau são uma tendência que se confirma em vários países. Na França, por exemplo, o consumo desse tipo de chocolate aumentou de 2% para 49%. Segundo Barel (2009) essa é tendência foi inicialmente identificada na França, que recebeu o

nome de “chocolate à Francesa” e que atualmente transformou-se em uma referência “gourmet no mundo inteiro”. Outra evidência que confirma essa tendência é fato de grandes empresas do segmento de chocolate estarem adquirindo pequenas indústrias renomadas e especializadas na produção de chocolates com alto teor de cacau.

2.2. Itens MRO

Os itens de MRO possuem características peculiares em relação aos demais materiais que compõem os estoques. No geral, encontram-se duas situações envolvendo estes itens. Alguns são de baixo valor unitário e alto giro, como materiais de escritório, por exemplo. E, outros, a maior parte do valor do estoque de MRO, é composta por equipamentos, e, ou, peças de reposição para maquinários de operações em geral, cujo consumo é extremamente baixo, com uma demanda imprevisível (já que são utilizados para manutenção e reparos que nem sempre são programados) e com custo elevado. Saggiore et al. (2012) afirmaram que entre 90% e 95% do valor de estoque MRO possui as seguintes características:

- Baixo / baixíssimo consumo;
- Demanda intermitente e não previsível;
- Alto custo unitário;
- Alto tempo de reposição; e
- Alta criticidade para a operação.

Com base nestas informações, os autores criaram um gráfico para comparação entre o comportamento padrão dos estoques de produtos acabados e, ou, matérias-primas/insumos com o que é observado nos itens de MRO.

No entanto, com as constantes inovações tecnológicas, modernização e automatização dos processos, muitas peças para reposição e manutenção acabam perdendo suas funções, já que os equipamentos são substituídos por outros mais modernos e não serão alimentados pelos mesmos materiais. Dessa forma, o número de produtos obsoletos no estoque cresce substancialmente, e apesar de possuírem valor contábil, não serão mais úteis à empresa.

Outra peculiaridade que precisa ser ressaltada sobre os itens MRO se refere ao tipo de usuários deste serviço. Os clientes desta modalidade de estoque são sempre internos, e geralmente pertencentes a área de manutenção da empresa. Logo existe

uma relação muito estreita entre as áreas, onde a comunicação precisa fluir de forma rápida e eficiente.

Segundo Vendrame (2008), a gestão de estoque consiste no ato de gerir recursos ociosos possuidores de valor econômico e destinado ao suprimento das necessidades futuras de material, numa organização. Ou seja, são itens mantidos em disponibilidade constante e renovados, permanentemente, para a realização das atividades e conseqüentemente, produzir lucros e serviços.

O autor afirma ainda que o objetivo básico do controle de estoques é evitar a falta de material sem que esta diligência resulte em estoques excessivos às reais necessidades da empresa. Logo, o que se busca constantemente é o equilíbrio entre nível de estoque ideal e redução de custos de manutenção desses estoques.

A decisão de estocar ou não um determinado produto dependerá muito de sua particularidade quanto a sua complexidade ou facilidade de aquisição. Os estoques absorvem capital que poderia ser investido de outras maneiras, desviam fundos de outros usos potenciais e tem o mesmo custo de capital que qualquer outro projeto de investimento da empresa. Aumentar a rotatividade do estoque libera ativo e economiza o custo de manutenção do inventário. Assim se faz necessário ter uma política de estoque adequada, de tal forma que não se tenha material em excesso e nem em falta. (NOGUEIRA, 2011).

Para se realizar um efetivo gerenciamento de estoques algumas atividades precisam ser bem desempenhadas dentro de uma empresa, tais como o planejamento do estoque, a gestão da demanda (quando possível), controle dos estoques e constante avaliação de desempenho.

Se por um lado baixos níveis de estoque podem levar a perdas de economias de escala e altos custos de falta, por outro lado o excesso de estoques representa custos operacionais e de oportunidade do capital empatado. Dimensionar os parâmetros de estoque com base neste trade off não é uma tarefa simples, tendo em vista as diversas incertezas e restrições do ambiente logístico. Por fim, pode-se dizer que, no geral, os estoques não agregam valor aos produtos, logo, quanto menor for o nível de estoques dentro de uma organização, mais eficiente o sistema produtivo será.

2.3. Padrão de consumo para peças MRO

Para Moreira (2001), existem duas formas de consumo de um item ao longo do tempo sendo eles conhecidos como demanda dependente e demanda independente. O autor diz que é importante entender a dinâmica, pois ela irá guiar as estratégias de controle dos itens em questão.

Gianesi (1994) afirma que os itens de demanda independente são aqueles em que a demanda não depende da demanda de nenhum outro item associado. Para esses itens, a previsão pode ser realizada utilizando modelos de previsão que tentam antecipar o efeito dos fatores aleatórios de mercado. Os itens de demanda dependente, por sua vez, são aqueles cuja demanda depende outro item também presente no estoque. Os itens dependentes podem ter sua demanda calculada a partir de softwares.

Os itens de interesse nesse estudo são aqueles de demanda independente. Ainda segundo Moreira (2001) a demanda independente é contínua no caso de produtos acabados, porém, peças de reposição, é sujeita a influência de efeitos tais como tendência, ciclo de negócios e variações aleatórias.

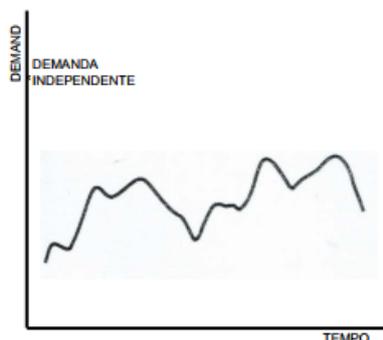


Figura 1 Gráfico da demanda independente

Fonte: Moreira (2001)

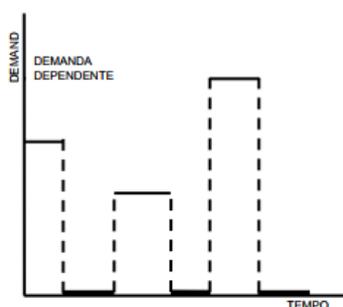


Figura 2 Gráfico da demanda dependente

Fonte: Moreira (2001)

2.4. Centralização x descentralização de estoques

Para muitas empresas hoje em dia, a necessidade de dar uma resposta rápida ao cliente se configura como um diferencial no tocante à competitividade. Nesse sentido, normalmente para grandes corporações existe um dilema de centralização e descentralização de estoques em que a melhor resposta justamente é aquela que fornece mais agilidade e também redução de custos para a organização.

Nesse contexto, existem modelos de centralização que abordam um tema recorrente conhecido como "lei da raiz quadrada" que começou a surgir em livros de logística como, por exemplo, Heskett et al. (1993) e Smykay (1993). Segundo Smykay (1993) o estoque de segurança centralizado é igual à razão do estoque total de segurança dos vários locais possíveis pela raiz quadrada do número total de localizações.

Maister (1976), por sua vez, formalizou a "lei da raiz quadrada" deixando claro que a relação entre estoque centralizado e descentralizado é igual a:

$$\sqrt{(m/n)}$$

m = número de localizações após a consolidação

n = número de localizações anteriores à consolidação

Ainda para Maister (1976) o cálculo tem dois objetivos principais: O cálculo da redução do estoque de segurança, mas também o cálculo de estoques de manutenção quando existir o lote econômico para pedido de ressuprimentos. A dedução da lei provém de duas hipóteses.

- As demandas de cada local não são correlacionadas
- A variabilidade da demanda é a mesma para todas as localizações

Maister (1976) explicita que a centralização também promove um grande problema relacionado a custos de transferência uma vez que há uma alteração no fluxo dos itens em questão. O custo para consolidar diversas demandas é função dos parâmetros da demanda de cada localização como média, variância e coeficientes de correlação.

O autor Ballou (2006) utilizou dados de diversas indústrias realizando uma análise de regressão. Como resultado, para diversas empresas ele concluiu que a “lei da raiz quadrada” é otimista em relação à redução de estoques. Dessa forma, Zin et al. (1989) otimizou o estudo indicando que a lei em questão é um caso particular da centralização de estoques. O “portfólio Effect” como abordou o autor pode ser medido em função de duas variáveis:

- A correlação dos fluxos demandados da série histórica de consumo entre dois locais (coeficiente de correlação de Pearson)
- A magnitude, definida como a relação entre os desvios padrão do consumo entre duas localizações

Um ponto também abordado pelo autor que também será preocupação nesse trabalho é que em um ambiente de diversas localizações os gerentes estão sujeitos à variação da demanda que irá acarretar no desequilíbrio de disponibilidade dos estoques. Nesse contexto, a transferência se torna uma solução. O objetivo principal se mantém o mesmo, reduzir o estoque acumulado e manter um nível de serviço satisfatório.

2.5. Métodos de avaliação de criticidade

2.5.1. Brainstorming

O primeiro método verificado para análise da criticidade de peças e equipamentos de uma instalação industrial é o brainstorming, utilizado pelas empresas para buscar soluções inovadoras, reunindo um grupo de profissionais diretamente envolvidos com o tema, conduzidos por um deles, a fim de obter alternativas que sejam um consenso entre o grupo acerca dos diferentes atributos associados à criticidade dos equipamentos.

Segundo Alex Osborn (1987), o publicitário criador do conceito na década de 40, a qualidade de uma ideia ou de uma solução vem da quantidade de proposições de um grupo. O ponto principal do método está associado à numerosa quantidade de originais que acabam surgindo dessa discussão. Por esse motivo, até mesmo ideias que à primeira vista são absurdas ou impraticáveis são aceitas, dado que o momento é de

incentivo às ideias e não de cortes. Pessoas um pouco mais reservadas podem se sentir incentivadas a também falar, graças ao caráter propositivo e não impositivo do método.

Para Bateman e Snell (1998), o Brainstorming é um momento de livre exposição de ideias diante de um problema ligado à gestão dos negócios. Dessa forma, uma lista de ideias é gerada e por fim é realizada uma avaliação das mesmas. As ideias consideradas podem ser ainda modificadas e combinadas a fim de se chegar a uma decisão definitiva.

As vantagens do método estão associadas principalmente ao levantamento de pontos de vista variados e ao fato de não destacar o julgamento das ideias mas sim encoraja a participação de todos os atores. Por outro lado, as desvantagens do método estão associadas principalmente à necessidade de preparação do condutor, à eficácia condicionada ao respeito às estritas regras de funcionamento, ao risco de as ideias serem fora da realidade, ao fato de muitas ideias serem extremamente superficiais, ao fato de ela ser melhor adaptada a problemas que são mais simples ou então muito específicos, além de comumente limitar o reconhecimento daquele que deu a ideia.

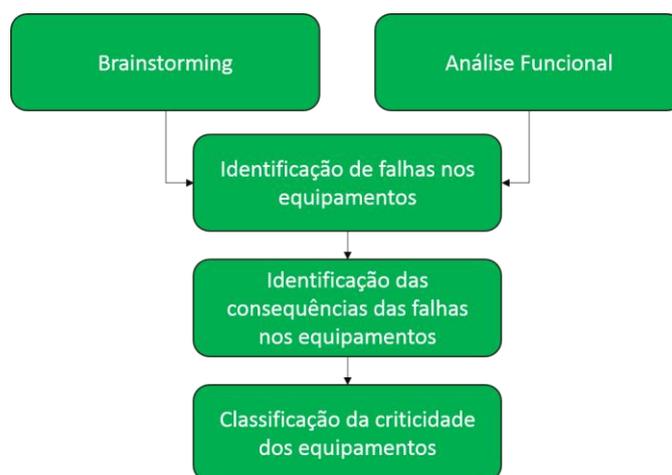


Figura 3 Etapas de uma sessão de Brainstorming

Fonte: Dal Pont (2015)

2.5.2. Delphi

Segundo Linstone e Turoff (1975), o método Delphi foi desenvolvido por militares americanos durante a década de 50. O método surgiu como uma discussão acerca do tema da defesa nacional dos Estados Unidos, A discussão acabou atingindo outros

níveis na década seguinte sendo utilizada também na área industrial. Por fim, a técnica teve um crescimento exponencial a partir da década de 70.

Segundo (LEMOS, 2003), o método Delphi apresenta três características básicas:

- Anonimato
- Interação com feedback controlado
- Respostas estatísticas do grupo

O anonimato entre os participantes tem como objetivo reduzir a influência direta entre os membros inibindo a comunicação. Nesse contexto, as opiniões passam a ter também o mesmo peso, independente da estratificação do grupo que está envolvido

Linstone et al. (2002) considera que o método pode ser dividido em algumas fases principais:

A primeira fase trata da formulação do problema. Para isso deve-se criar um questionário que vise levantar todas as informações. É importante, ainda, que as perguntas sejam tais que as respostas sejam quantificáveis e independentes (a realização de uma pergunta num determinado dia não pode influenciar a realização de outra no mesmo dia ou então em algum posterior).

A segunda fase trata da escolha dos especialistas que responderão o questionário. É importante que cada um deles o faça de modo independente, isolado, de modo a garantir que a resposta que está sendo ali colocada é realmente individual e não foi poluída por pontos de vista alheios.

A terceira fase é a colocação em prática da aplicação dos questionários e análise dos resultados. O primeiro questionário geralmente é composto por uma ou duas questões. Essas são, na maioria das vezes, destinadas a dar abertura ao tema sobre o qual vai tratar o questionário. Os respondentes tomam nota de suas respostas e as devolvem ao condutor, que a partir de uma primeira análise é capaz de formular questões mais específicas para o próximo questionário. Normalmente se utiliza a escala de Likert, onde a partir de uma afirmação dada o respondente deve assinalar, numa escala que geralmente vai de 1 a 5, seu nível de concordância com esta.

A partir daí identificam-se a mediana e o intervalo interquartil (entre o primeiro e o terceiro quartil). No limite o que se espera é colocar “frente a frente” membros que tem opiniões extremamente divergentes e que a partir desses dados surja uma convergência a um ponto comum. Isso passa pelo comentário, por parte dos respondentes, às colocações daqueles que tem um ponto de vista muito diferente.

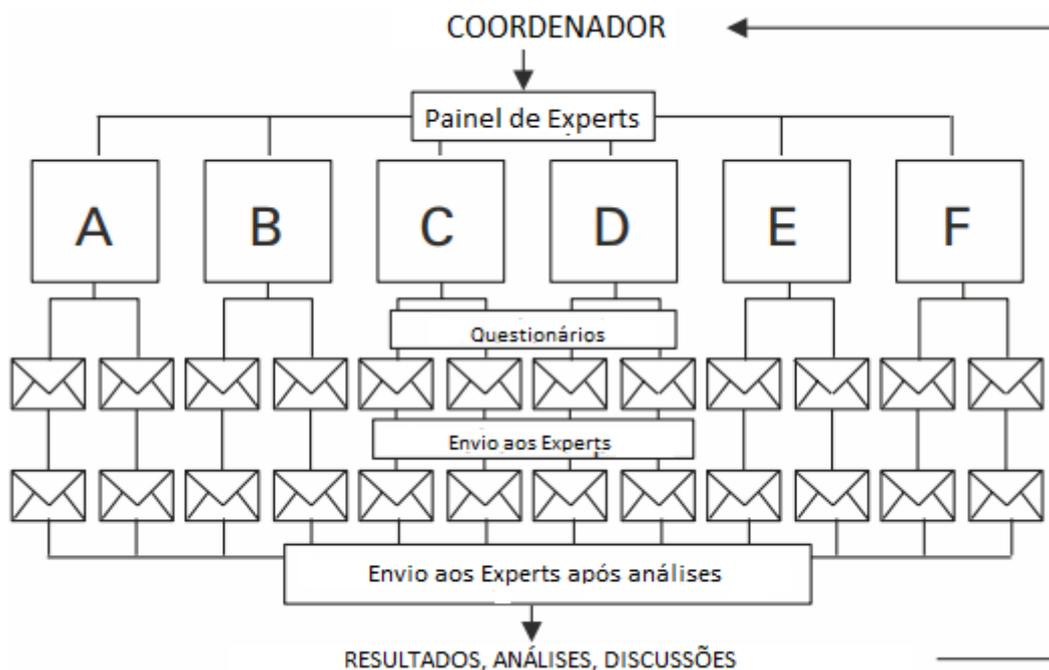


Figura 4 Princípios de um estudo Delphi

Fonte: Dal Pont (2015)

2.5.3. XYZ

Classificar os itens em estoque significa categorizá-los segundo alguma característica, agrupando itens que sejam semelhantes segundo o aspecto sendo avaliado. A classificação ABC, por exemplo, associa quantidade e valor agregado na tentativa de categorizar determinados itens. A classificação XYZ, apesar de semelhante, firma-se por meio de outro viés, avaliando a criticidade do item, ou seja, o quão imprescindível ele é para as operações da empresa. Por exemplo, em uma fábrica alimentícia, a falta de alguns itens pode paralisar o funcionamento de toda a fábrica. Por outro lado, a falta de alguns insumos pode prejudicar as operações, mas elas não necessariamente serão paralisadas. Além disso, é possível que esse item possa ser substituído por outros itens já em estoque, reduzindo sua criticidade (MAEHLER et al, 2004).

Uma das dificuldades da classificação XYZ é a subjetividade na classificação dos itens. Enquanto a classificação ABC usa critérios quantitativos e objetivos para determinar a classe de cada item, a classificação XYZ requer a participação de especialistas na avaliação da criticidade dos itens. Esses especialistas precisam conhecer o processo produtivo, o papel de cada item no produto final, a possibilidade de substituição e a complexidade do mercado para suprimento dos itens. Apesar disso, para Lourenço

(2006) a classificação avalia o grau de criticidade dos itens no desenvolvimento das atividades no ambiente em que ele está inserido.

Ao aplicar a classificação XYZ, o analista deve analisar os itens em estoque e classificá-los conforme sua criticidade, sendo X a classe de menor criticidade e Z a classe com os itens considerados indispensáveis ao funcionamento da organização. Basicamente elas se dividem sendo a classe X aquela que detém os itens de baixa criticidade, onde a falta destes itens não acarreta em paradas, riscos de segurança ou danos ao patrimônio, havendo várias alternativas de materiais substitutos e sendo o fornecimento dos itens fácil e rápido. Os itens de classe Y são aqueles de criticidade média, onde a falta desses itens pode causar paradas na produção, riscos de segurança ou danos ao patrimônio. São, ainda, itens relativamente fáceis de serem substituídos ou adquiridos em caso de falta. Já os itens de classe Z são aqueles mais alta criticidade, considerados imprescindíveis para o andamento dos trabalhos, tendo em sua falta a certeza de parada das operações ou mesmo de colocar as pessoas e o patrimônio em risco. São materiais que não podem ser substituídos por equivalentes (VIANA, 2000).

As classificações ABC e XYZ se complementam, uma vez que associam valor agregado do item, sua quantidade e criticidade. Abaixo é possível observar como ambas se relacionam.

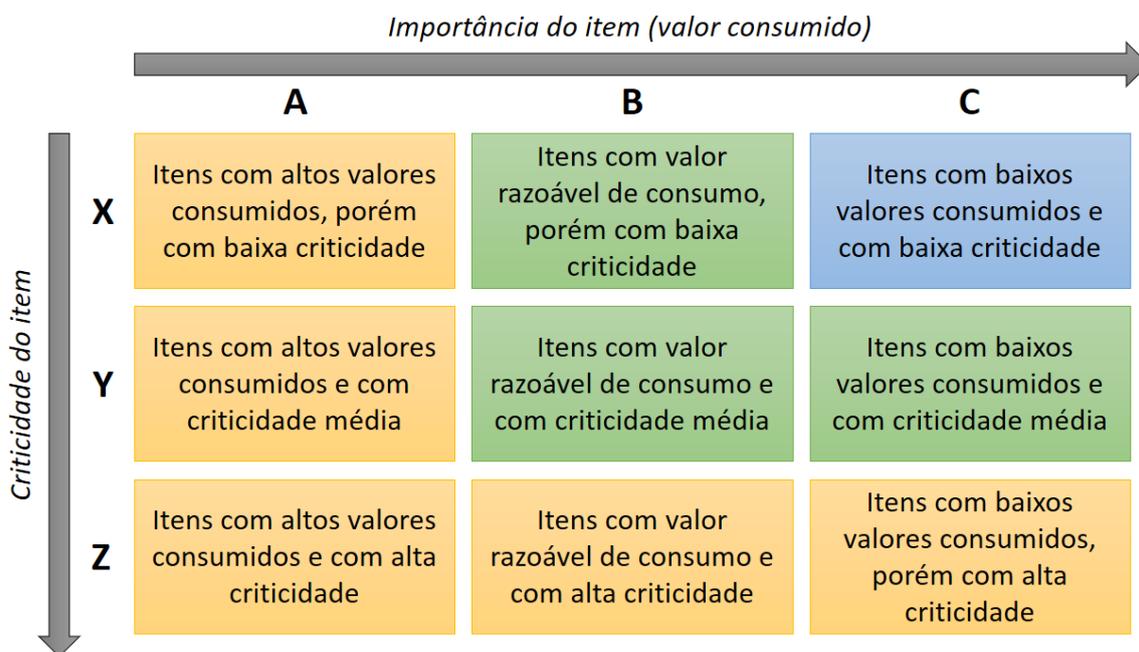


Figura 5 Classificação XYZ da Criticidade dos Itens em Estoque

Fonte: Lima (2016)

Quando combinamos as duas classificações, temos nove maneiras de classificar os itens. Aqueles abaixo da diagonal principal são os que devem ter um acompanhamento mais cuidadoso dos níveis de estoque. Aqueles sobre a diagonal principal não precisam de controles tão rigorosos e a ruptura de estoque nesses casos, apesar de indesejável, é menos crítica. Sistemas de revisão periódica podem ser suficientes para tais itens. Por fim, os que estão acima da diagonal principal são os itens de baixa criticidade e com baixos valores consumidos. Tais itens possuem vários substitutos, são de fácil suprimento e não causam a parada das operações.

2.5.4. Diagrama de causa e efeito

Para Behr et al. (2008), o diagrama de causa e efeito também conhecido como Espinha de Peixe, é utilizado sempre que há necessidade em conhecer as causas primárias e secundárias de um problema.

Segundo Isikawa (1982), o diagrama tem como objetivo mapear as causas raízes e suas possíveis consequências. A princípio recomenda-se a realização de um brainstorming que vise recolher, a partir do que é levantado entre todos os envolvidos, todas essas causas. A partir disso é preciso categorizá-las segundo critérios já característicos do método, que são método, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e material. A primeira etapa do método é a definição do problema. O problema deve ser específico, não genérico, de modo que seja possível analisá-lo de acordo com métricas bem definidas, e deve ser mensurável. Nesse momento a equipe se reúne e debate, entre si, as causas e seus possíveis efeitos. A partir disso é possível destrinchar um problema em uma diversidade de causas raízes e a partir delas.

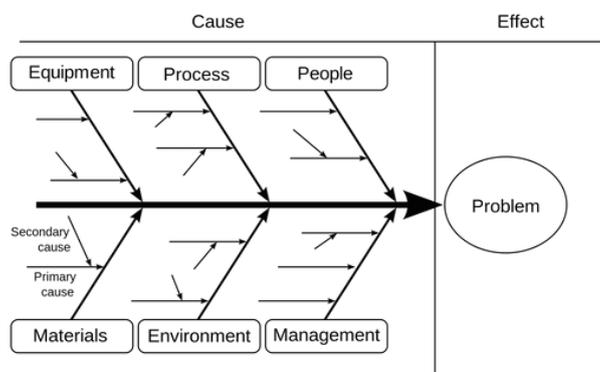


Figura 6 Gráfico espinha de peixe

Fonte: Toled (2015)

2.5.5. PIEU

Para esse método, criado pelo francês Lavina Y. (1992), a criticidade do equipamento pode ser definida com precisão por um valor que é resultado da multiplicação de outros 4 fatores. O método geralmente é usado quando a empresa carece de dados históricos e, dessa forma, deve buscar a experiência de seus profissionais.

Além de ser utilizado para o levantamento da criticidade de peças de reposição, segundo Humbert e Lhomme (2013), o método atualmente é utilizado principalmente para itens farmacêuticos justamente por ser um método com um índice maior de assertividade no tocante ao levantamento de criticidades.

Para cada peça, então, são observados 4 critérios de criticidade. Esses critérios são: índice de quebras, importância, estado e utilização das peças. Para cada critério são observados critérios qualitativos que vão então definir a nota que pode ser entre zero e quatro. A criticidade é então definida pela multiplicação dos 4 critérios. Após a classificação de todas as peças, a criticidade do equipamento é dado pela menor dentre as notas dos itens pertencentes a ele.

Os critérios para cada peça são:

- Número de falhas

O índice P reflete o impacto da falha do equipamento. Este índice reflete as implicações técnicas, econômicas e ambientais e associadas com a ocorrência de uma falha.

- I. Nota 4 - Nenhuma repercussão sobre a qualidade e/ou meio ambiente
- II. Nota 3 - Sem critério
- III. Nota 2 - Possibilidade de retoques sem repercussões graves
- IV. Nota 1 - Repercussões graves sobre a qualidade com desperdícios
- V. Nota 0 - Repercussões graves sobre a qualidade e/ou meio ambiente

- Grau de importância

O índice I reflete a importância do equipamento, avaliando o impacto da falha de equipamento na produção quanto ao tempo de troca e dependência entre dispositivos

- I. Nota 4 - Peça somente de apoio
- II. Nota 3 - Peça secundária que não impede a produção
- III. Nota 2 - Possibilidade de mover a produção e tratamento realizável
- IV. Nota 1 - Sem possibilidade de mover a produção e tratamento realizável
- V. Nota 0 - Sem possibilidade de mover a produção e tratamento não realizável

- Estado

O índice E reflete o estado do equipamento. Especifica a idade, seu estado de desgaste e condição.

- I. Nota 4 - Novo
- II. Nota 3 - Bom estado
- III. Nota 2 - Estado ruim
- IV. Nota 1 - Reformar
- V. Nota 0 - Renovar

- Utilização

O índice U diz respeito à utilização. Ele indica o grau de utilização da peça no conjunto do equipamento

- I. Nota 4 - Extremamente fraco
- II. Nota 3 - Fraco
- III. Nota 2 - Médio
- IV. Nota 1 - Forte
- V. Nota 0 - Saturação (100%)

A criticidade é definida então pela multiplicação dos critérios sendo o peso de todos eles o mesmo.

$$C = P \times I \times I \times U$$

As notas são então categorizadas em três grupos, podendo a peça ser classificada como classe A, B ou C.

- Categoria A inclui equipamentos com criticidade alta ($0 < Cr < 3$).
- Categoria B inclui equipamentos com criticidade média ($3 < Cr < 25$).
- Categoria C inclui equipamentos com criticidade ordinária ($24 < Cr < 256$).

2.6. Modelo estatístico

Ao se introduzir alguma variabilidade na demanda, significativos problemas são criados para a cadeia de suprimento e gestão de estoques. A variabilidade no tamanho da demanda de um item leva a um tipo de demanda conhecido como errático onde as ocorrências de consumo podem ter um tamanho maior do que uma unidade. A variabilidade do tempo médio entre demandas, onde a demanda oscila entre períodos de valores nulos e não nulos introduz um padrão intermitente na demanda. Tais padrões de demanda afloram em peças de reposição levando a uma dificuldade grande do processo de previsão de demanda e controle de estoque (Eaves, 2002)

Além disso, existem diversos outros fatores que contribuem para uma preocupação crescente com a política de gestão de estoques de peças de reposição. Wanke (2003) cita alguns deles:

- A proliferação de SKUs, que torna mais complexa a determinação dos tamanhos dos lotes, pontos de pedido e estoques de segurança;
- O elevado custo de oportunidade do capital – ao manter estoques, a empresa imobiliza parte do seu capital de giro, que poderia ser aplicada no mercado financeiro;
- A redução do Capital Circulante Líquido (diferença entre ativo circulante e passivo circulante), indicador financeiro importante para empresas que desejam maximizar seu valor de mercado

Dessa forma, apesar do estudo não ter como foco o levantamento do consumo e comportamento estatístico para cada peça, foi levantado um modelo com base nas seguintes premissas:

- A demanda é estocástica, sendo na maioria dos itens irregular e intermitente
- A distribuição de demanda não é conhecida

Na literatura são encontradas diferentes formas de se classificar as peças de reposição em relação ao seu consumo. As peças de reposição podem ser segmentadas, por exemplo, de acordo com o consumo histórico médio:

- Peças de consumo em massa: Consumo superior a 300 unidades por ano
- Peças de baixo giro: Consumo entre uma e 300 unidades anuais
- Peças de baixíssimo giro: Consumo inferior a uma peça por ano

Com um consumo anual de cada peça, é possível levantar possíveis distribuições estatísticas para o consumo das peças. Com a aplicação e avaliação das distribuições, por conseguinte, é possível projetar o consumo das mesmas. O estudo de acordo com a classificação pode ser explicitado a seguir.

- **Peças com rotatividade alta - Consumo acima de 300 unidades / ano.**

Esses tipos de peça apresentam a demanda mais regular e portanto uma maior previsibilidade. Dessa forma, Casella e Berger (2002) afirmam que as peças de alto giro são aderentes à Distribuição de Probabilidade Normal pelas seguintes razões:

- A distribuição normal e distribuições associadas a ela são tratáveis analiticamente.
- A distribuição normal tem uma forma de sino familiar, cuja simetria é uma escolha para muitas populações.
- O Teorema do Limite Central, que sob condições brandas mostra que a distribuição normal pode ser usada para aproximar grande variedade de distribuições em grandes amostras.

A distribuição normal tem dois parâmetros: μ e σ^2 , onde:

$$E(X) = \mu$$
$$Var(X) = \sigma^2$$

Estes tipos de peças normalmente seguem a lei de Gauss. A curva de Gauss é simétrica e tem como parâmetros a média e a variância. Com estes parâmetros, é estimar qual será o consumo para cada peça a partir do valor esperado.

- **Peças com rotatividade baixa - Consumo de entre 1 e 300 unidades / ano.**

Diferentemente das peças de consumo em massa, pode-se dizer que as peças com rotatividade baixa não têm sua demanda aderente à curva normal. Para Silver, Pyke, & Peterson (1998) a distribuição de Poisson é indicada para itens de demanda slow-moving, ou seja, itens com demanda de baixa rotatividade. Além disso, Dekker, Kleijn, & De Rooij (1998) utilizam a distribuição de Poisson para a demanda e política de estoque lote por lote com tempo de ressuprimento determinístico e derivando aproximações dos níveis de serviço para ambas as classes de demanda.

A Distribuição de Poisson é uma distribuição discreta, que nos permite calcular a probabilidade de ocorrência de determinado evento baseado em sua média histórica. A probabilidade da distribuição pode ser dada por:

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Onde:

- $P(X=x)$ = Probabilidade da demanda de peças ser igual a x unidades;
- λ = Taxa de consumo médio por unidade de tempo.

As principais propriedades da distribuição são:

- $E(X) = \lambda$
- $Var(X) = \lambda$

A tabela a seguir representa uma peça com taxa de consumo médio (λ) de 5 peças por ano. Dessa forma foram calculadas as probabilidades individuais de ocorrência da demanda em um horizonte de um ano:

Consumo histórico da peça	λ	5
---------------------------	-----------	---

Estimativa de consumo	Probabilidade Associada	Probabilidade Acumulada
0	0,67%	0,67%
1	3,37%	4,04%
2	8,42%	12,47%
3	14,04%	26,50%
4	17,55%	44,05%
5	17,55%	61,60%
6	14,62%	76,22%
7	10,44%	86,66%
8	6,53%	93,19%
9	3,63%	96,82%
10	1,81%	98,63%
11	0,82%	99,45%
12	0,34%	99,80%
13	0,13%	99,93%
14	0,05%	99,98%
15	0,02%	99,99%
16	0,00%	100,00%

Tabela 1 Exemplo de estudo de probabilidade de Poisson para consumo igual a 5

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a distribuição de Poisson, a probabilidade da peça não ser consumida é de menos de 1% enquanto a probabilidade acumulada do consumo ser igual a sua média histórica é de 61,6%. Por fim, a probabilidade de se consumir a partir de 9 peças é muito pequena e assim, a quantidade ótima pode ser selecionada de acordo com o nível de confiança desejado pela diretoria.

Durante o projeto de desenho do estoque central para o Grupo Cémoi, o principal sponsor, junto com a diretoria definiram que as peças com esse comportamento apresentassem 95% de probabilidade cumulativa de estarem em estoque.

- **Peças com rotatividade baixíssima - Consumo de menos do que 1 unidade / ano.**

O controle de estoques das peças de baixíssimo giro deve ser baseado na análise dos custos totais, decidindo se é mais apropriado manter uma unidade em estoque ou não mantê-la, disparando a reposição contra pedido (Wanke, 2003).

O custo de não manter o item em estoque é dado por:

$$CT(0) = \lambda * (CTR + Cip)$$

O custo de manter uma peça em estoque, por sua vez, é dado por:

$$CT(1) = \left[\frac{1}{1 + \lambda * LT} * Caq * i \right] + [CTR * \lambda] + [(Cip * \lambda) * \left(1 - \frac{1}{(1 + \lambda * LT)}\right)]$$

Onde:

CTR = Custo total associado à colocação de um pedido de suprimento (R\$)

Caq = Custo unitário de aquisição da peça (R\$)

LT = Lead time de resposta do pedido (meses)

λ = Taxa de consumo histórico por ano (peça/ano)

T = Taxa anual de oportunidade do capital (% ao ano)

Cip = Custo de Indisponibilidade e Penalidade

A tomada de decisão a partir deste cálculo torna-se mais simples: se $CT(0) > CT(1)$, o item deve ser mantido em estoque. Caso $CT(1) > CT(0)$, a peça de reposição não deve ser estocada.

3. Estudo de Caso

3.1. Estabelecimentos Jacquot

A Jacquot é uma empresa familiar que foi fundada no início do século 20 por Jules Jacquot. Na época, sua atividade era voltada para a produção de biscoitos, sorvetes e gengibre. Em 1920, a viúva Pauline Jacquot criou, na Rua Beauregard, em Troyes, os "estabelecimentos Jacquot viúva e filho", comumente chamado Estabelecimentos Jacquot. Eles produziam doces e chocolates. A empresa começou a mudar muito rapidamente e decidiu migrar para a produção industrial. Foram compradas, sucessivamente, as planta Ferton em Fere Champenoise (Marne), Mosser em Molsheim (Bas-Rhin) ea de White Rocks em Beaurepaire (Isère).



Figura 7 Établissements Jacquot antigamente

Fonte: Grupo Cémoi

Em 1985, a migração da fábrica de Beauregard foi concluída. As instituições Jacquot são resgatadas pelo grupo Cémoi em 2007, quando decidiu também fechar as unidades de Ferton e White Rocks, por conta da não rentabilidade dessas. Atualmente a unidade Beauregard está sendo vendido e a de Ferton foi readaptada para uso como um armazém.

A unidade Jacquot opera de modo sazonal, focando principalmente na produção de chocolates para o Natal e Páscoa, como ovos e tabletes para a Páscoa e trufas.

A empresa produz anualmente mais de 21 toneladas de chocolate (cerca de 9000-13000 no Natal e Páscoa). 65% desta produção é principalmente para os supermercados franceses, enquanto o restante é exportado para mais de 70 países em todo o mundo.



Figura 8 Établissements Jacquot hoje em dia

Fonte: Grupo Cémoi

3.2. Grupo Cémoi

Os primeiros passos do grupo Cémoi foi iniciado no coração dos Pyrénées orientais em 1814 quando ainda era uma pequena fábrica de chocolate. A segunda fábrica do grupo foi ser construída apenas 52 anos depois, em Arles-sur-Tech também na França.

O empresa, porém teve seu grande salto no sentido de crescimento de volume de produção a partir dos anos 80 em que fez uma série de aquisições para diversificar sua gama de produtos. Nesse contexto, ele obteve em 1977 a empresa Frankonia em Würzburg, na Alemanha, o Chocolate Abadia de Tinchebray em 1982 (especializada em chocolates high-end) que se fundiu com chocolate Normandia suíço em Paris após a sua aquisição em 1983. Durante esse período, Georges Poirier, CEO na época, fundou o Grupo Cémoi

As aquisições continuaram durante a última década e assim permitiu o grupo de atingir um recorde atual de 14 plantas em toda a Europa e Costa do Marfim, na África.

O grupo Cémoi adota uma estratégia atípica no mercado de chocolate: é de fato o único grupo a dominar completamente a indústria do chocolate de produção e processamento

de cacau na Costa do Marfim até a fabricação e entrega do produto final. O grupo também tem a particularidade de estar presente em três mercados distintos: os produtos industriais destinados a empresas de alimentos, os produtos permanentes, feitos durante todo o ano, como tabletes de chocolate e marshmallows, e os produtos sazonais, como ovos de Páscoa no período de abril/maio.

O grupo é conhecido também por ser o primeiro fabricante de chocolate francês, motivo de orgulho para os funcionários das plantas produtivas e da administração.

Atualmente, o Grupo Cémoi é formado por 14 fábricas com 4 grandes armazéns e 2 escritórios comerciais principais. O grupo de chocolates francês é o líder francês sendo ainda o terceiro maior grupo do ramo na Europa e sétimo no mundo.

A linha do tempo do grupo pode ser resumida pelos seguintes marcos:

Ano	Fato
1814	Abertura da primeira fábrica de chocolate nos Pyrénés Orientais
1872	Segunda planta em transição
1887	Empresas passam a se chamar Cantal Oupe-Catala
1962	Empresa é adquirida pela Georges Porrier
1977	Aquisição da empresa Frankonia (Alemanha)
1979	Aquisição da marca Phoscao (Châteaueuf sur Loire)
1981	Construção da fábrica Sorbiers (oire)
1982	Aquisição da chocolate suíço Normandia de Paris
1983	Aquisição da empresa espanhola El Gorriga
1984	Aquisição da empresa Coppelia (Chambery)
1987	Aquisição da empresa Ouro Mill (Bourbourg)
1988	Início do investimento na marca Cémoi
1989	Aquisição da empresa Foulon
1991	Aquisição da empresa OP Chocolate
1996	Construção de uma instalação para processamento de grãos de cacau
2003	Aquisição da Bouquet de Ouro (Villeneuve)
2007	Aquisição dos estabelecimentos Jacquot
2008	Construção de uma nova planta em Perpignnon

Tabela 2 Acontecimentos históricos do Grupo Cémoi

Fonte: Elaboração própria

Atualmente o grupo CEMOI conta com 14 fábricas, armazéns e 4 escritórios de vendas 2 do ranking o grupo francês líder, em terceiro lugar na Europa e fabricante de chocolate sétimo globalmente através de $\frac{3}{4}$ de um volume de negócios bilhões em 2011.



Figura 9 Localização das plantas industriais

Fonte: Grupo Cémoi

3.3. Seleção do método

No contexto do Grupo Cémoi, o modelo selecionado foi a avaliação das criticidades dos equipamentos e peças pelo método de PIEU. A escolha desse método se deu devido a dois pontos principais. Um deles é o fato do método ser amplamente conhecido na França devido a sua aplicação principalmente na gestão de estoques de indústrias farmacêuticas que tem como característica uma gestão com ótimos níveis de serviço. Além disso, o método já havia sido utilizado em uma das plantas da empresa e a diretoria entendeu que a melhor forma de lidar com a criticidade dos equipamentos seria replicar o método já utilizado.

Dentre os métodos citados na pesquisa bibliográfica, a metodologia de avaliação de criticidade de PIEU se caracteriza por ser um método com informações mais assertivas

do que os outros apesar de ter uma aplicação mais demorada por conta de uma análise de dados ou realização de entrevistas.

3.4. Adaptação do método

Em relação ao Groupe Cémoi, a metodologia de avaliação da criticidade segundo a matriz PIEU se configurava como a melhor opção, uma vez que não era possível ter acesso aos dados históricos por conta da falta de registro dos mesmo. Apesar disso, a própria matriz não se adequava completamente à realidade da empresa.

Um exemplo que deixou claro a inadequação da matriz para a realidade do grupo Cémoi foi a classificação de criticidade para Glacaire Finale presente na linha E5.

	P	I	E	U	
Glacaire Finale	4	1	3	1	12

Tabela 3 Classificação de criticidade Glacaire Finale - Método Original

Fonte: Elaboração própria

Com a matriz padrão o nível de criticidade do grupamento é 12 por conta da multiplicação dos 4 critérios. Apesar disso, a partir da entrevista com os funcionários, apesar do nível de quebra da máquina ser pequeno, ela era extremamente crítica quanto à importância para o processo. Esse fato evidenciou a necessidade de criar pesos para os critérios mais importantes na visão da gerência.

Dessa forma, a matriz foi modificada e validada com os diretores para que assim a avaliação de peças e linhas de produção se tornasse ainda mais eficaz. Nesse contexto, os critérios foram mantidos, porém foram atribuídos pesos e propostas alterações qualitativas para as notas.

- Número de falhas - Peso 0,5

O peso atribuído para esse critério foi 0,5 uma vez que a maioria dos equipamentos não tinham repercussões graves sobre a qualidade e/ou meio ambiente

- I. Nota 4 - Nenhuma repercussão sobre a qualidade e/ou meio ambiente
- II. Nota 3 - Repercussões sobre a qualidade e/ou meio ambiente
- III. Nota 2 - Repercussões graves sobre a qualidade e/ou meio ambiente
- IV. Nota 1 - Sem critério
- V. Nota 0 - Sem critério

- Grau de importância

O peso atribuído para esse critério foi 1. Pode-se dizer que esse é o principal critério para o Groupe Cémoi, uma vez que diz respeito à parada das linhas de produção que envolvem grandes perdas. Além disso, poucas eram as peças de apoio e/ou secundárias.

- I. Nota 4 - Sem critério
- II. Nota 3 - Sem critério
- III. Nota 2 - Possibilidade de mover a produção e tratamento realizável
- IV. Nota 1 - Sem possibilidade de mover a produção e tratamento realizável ou diminuição do volume de produção em 25%
- V. Nota 0 - Sem possibilidade de mover a produção e tratamento não realizável ou diminuição do volume de produção em 50%

- Estado

O peso atribuído para esse critério foi de 0,5. O motivo principal foi o fato da fábrica ser bastante moderna, logo com equipamentos, na maioria dos casos, em bom estado.

- I. Nota 4 - Novo
- II. Nota 3 - Bom estado
- III. Nota 2 - Estado ruim
- IV. Nota 1 - Sem critério
- V. Nota 0 - Sem critério

- Utilização

O peso atribuído para a utilização foi também de 1. Apesar disso, foi definido que nenhuma nota zero poderia ser dada, uma vez que existem linhas que operam 24h por dia e 7 dias por semana, logo todas as peças seriam críticas.

- I. Nota 4 - Fraco
- II. Nota 3 - Médio
- III. Nota 2 - Forte
- IV. Nota 1 - Saturação (100%)
- V. Nota 0 - Sem critério

A partir da adequação dos critérios, a aplicação para a Glaciaire finale deixou clara o nível real de criticidade para o grupamento.

	P	I	E	U	
Glaciaire Finale	2	0,5	4	0,5	2

Tabela 4 Classificação de criticidade Glaciaire Finale - Método Alternativo

Fonte: Elaboração própria

3.5. Complementação do Método

Além da necessidade de adaptação do método à realidade da empresa foi levantada a necessidade de atingir um nível de granularidade maior. Nesse contexto, o responsável pelos estoques do prédio em que continha a linha E5 levantou a ideia de criar uma nova matriz para as peças de cada grupamento.

Após a entrevista com o responsável pelo estoque da E5, foi discutido ainda que algumas das peças tinham ainda um conjunto de peças e que nem todas as peças desse conjunto eram críticas apesar da criticidade do mesmo. Nesse sentido, em conjunto com o gerente de manutenção, foi formulada uma nova matriz de criticidade no sentido de indicar, no maior grau de granularidade possível, qual era a real criticidade dos itens.

O método foi semelhante, uma matriz foi definida e a multiplicação dos critérios daria a nota para cada item. Apesar disso, as características dessas peças eram diferentes, por serem mais específicas. Dessa forma, os critérios de avaliação deveriam ser outros uma vez que a criticidade englobava principalmente a disponibilidade da peça em estoque.

Os critérios selecionados foram:

- Tempo de troca

A criticidade de uma peça pode ser dada pelo momento da substituição, uma vez que existem peças que podem ser substituídas instantaneamente ou em um período de tempo que não irá causar uma grande perda. Por outro lado, há componentes que levam mais de um dia para ser substituído em caso de quebra.

- I. Nota 4 - Sem critério
- II. Nota 3 - Menor que uma hora
- III. Nota 2 - Uma hora
- IV. Nota 1 - Um dia
- V. Nota 0 - Mais que um dia

- Período de falhas

O número de vezes que um componente é substituído também é um fator muito importante. Se uma peça é trocada com frequência, pode causar mais paradas na linha de produção. Caso ela não esteja em estoque a quebra se torna ainda mais crítica.

- I. Nota 4 - Mais do que um ano
- II. Nota 3 - Um ano
- III. Nota 2 - Um mês
- IV. Nota 1 - Uma semana
- V. Nota 0 - Sem critério

- Tempo de entrega

Segundo Stalk (1998), o tempo é uma variável básica de desempenho para qualquer negócio. A gerência raramente o monitora com a mesma precisão dedicada a outros assuntos. Entretanto, o tempo é um padrão de medida de competição extremamente crítico.

A entrega de uma peça é extremamente importante. Este é um fator que depende principalmente do fornecedor. Portanto, a empresa acaba dependendo de um agente

externo. Se há uma escassez de estoque, a entrega será o fator mais importante no quesito parada da linha de produção. Neste contexto, há peças que podem ser enviadas dentro de um dia e outras dentro de duas semanas.

- I. Nota 4 - 2h
- II. Nota 3 - 12h
- III. Nota 2 - Um dia
- IV. Nota 1 - Dois dias
- V. Nota 0 - Mais que uma semana

3.6. Restrições do método

Vale ressaltar que o modelo apresentado tem suas limitações. A empresa era conhecida no grupo por ser referência em termos de automatização das linhas de produção, mas apesar disso era reconhecida pela falta de controle das informações e por ter as bases desorganizadas e inconsistentes.

Nesse sentido, toda análise quantitativa sobre os modelos não pode ser realizada sendo assim as informações foram obtidas principalmente a partir de questionários diretamente com os mecânicos.

Nesse modelo, porém houve ainda a dificuldade de expressão de ambas as partes uma vez que o entrevistador era brasileiro e os entrevistados franceses, ou seja, além da dificuldade natural de compreensão do idioma há a possibilidade do entrevistado ser influenciado pela situação a responder de forma enviesada. Pode-se infligir também que alguns dados relevantes podem ter sido retidos.

Como complicador, porém não como um ponto crítico está o tempo necessário para cada entrevista. Durante o projeto foram realizados 15 encontros com duração média de 2 horas cada um.

Como solução para mitigar essa limitação, todos os dados foram validados com o sponsor do projeto que era o chefe geral de manutenção. O chefe se chamava Cyril e trabalhou 32 anos no grupo tendo rodado todas as fábricas e almoxarifados.

3.7. Método de avaliação de criticidade aplicado à organização

Dada a seleção do método de avaliação da criticidade e a adequação do mesmo para a realidade da fábrica de chocolates presente na cidade francesa, era possível realizar a aplicação real do método com o intuito de atingir os objetivos da empresa com a criação do plano de estágio.

A aplicação do método pode ser dividida em dois blocos principais. O primeiro foi o levantamento das criticidades dos grupamentos de peças como, por exemplo, motores e máquinas que fazem parte da linha de produção. O segundo bloco contou com o levantamento da criticidade das peças, uma granularidade ainda menor como, por exemplo, correias, mancais e outras peças. Essa divisão do modelo é importante, pois simplifica o trabalho uma vez que nem todas as peças dos almoxarifados serão classificadas quanto à sua criticidade, mas somente as peças dos grupamentos classificados como críticos de acordo com os critérios do método.

O levantamento dos critérios específicos para os grupamentos e para as peças foi realizado a partir de questionários com os chefes dos almoxarifados de cada fábrica do complexo. Os três chefes originais Bruno, David e Olivier trabalhavam no grupo há 12, 15 e 24 anos respectivamente. Nesse contexto, por trabalhar na empresa a bastante tempo e dessa forma ter um conhecimento bastante consistente sobre as linhas de produção, eles forneceram grandes detalhamentos sobre as linhas de produção e seus componentes.

Inicialmente, durante esse programa de estágio, o método seria desenvolvido e aplicado somente às linhas E5 e E2 que fazem parte de um dos setores produtivos do complexo industrial. O programa de estágio contaria ainda com mais um ano de aplicação do método para assim levantar a criticidade também da planta que continha a linha E4 e por fim para a planta que continha as linhas E1 e E7.

Apesar da programação de um ano e meio para o fim do levantamento teórico da composição do estoque central os planos da empresa mudaram ao longo do estágio. Nesse contexto, a necessidade de obter uma redução significativa de estoques se tornou mais importante e dessa forma aumentou a importância sobre a aplicação eficaz do método. Dessa forma, com a colaboração de todas as partes envolvidas, nos primeiros seis meses de projeto foi possível aplicar toda a metodologia que teria como próximos passos para o semestre seguinte a aplicação do método.

Para o projeto em questão, será apresentada a aplicação da metodologia para a linha E4 que, por sua vez, é considerada a mais importante do complexo.

3.7.1. Parte 1: Levantamento da criticidade dos componentes das linhas

A linha E4 é a responsável pela produção de todos os alimentos compostos por chocolate fundido, ou seja, chocolate quente que ao ser despejado em uma forma e resfriado atinge o formato desejado pelo consumidor. Os formatos mais comuns são de coelhos e papais noéis, períodos em que há uma concentração de vendas de chocolate na França. Apesar disso, as empresas podem solicitar um formato específico e dessa forma os moldes serão desenhados para que assim a produção seja iniciada.

Atualmente a linha continua em funcionamento. O funcionamento da linha é contínuo, ou seja, ao longo das 24 horas por dia, inclusive aos sábados e domingos. Dessa forma, qualquer parada não programada é especialmente indesejável pois o custo da perda da produção e de ociosidade de pessoal se mostra cada vez mais relevante. Nesse contexto, tornou-se ainda mais importante a aplicação do método também para essa linha.

A primeira etapa do método consistia na entrevista com o chefe de almoxarifado com o intuito de levantar as suas principais impressões a respeito da linha e das peças de reposição como um todo. Antes da entrevista, foi realizada ainda uma breve explicação do objetivo da empresa e do método selecionado para o levantamento das criticidades. O mecânico sugeriu assim que a linha fosse dividida em 11 grupamentos principais já indicando quais dos grupamentos eram os mais críticos em sua visão.

#	Grupamentos da linha
1	Roto 1
2	Roto 2
3	RU
4	FI
5	Thurling et Altamat
6	Domonici
7	BTM 12
8	Quai

9	Local Technique
10	Concrêt
11	Fusion

Tabela 5 Grupamentos da linha E4

Fonte: Elaboração própria

Segundo Olivier, a ROTO1 e ROTO2 são as estruturas mais importantes compostas, por exemplo pelas dosadoras, zonas de resfriamento e transmissões. Esses três grupamentos de peças quando apresentavam alguma quebra significativa reduziam automaticamente a produção em 50%. A zona quente da ROTO1 E ROTO2 são grupamentos compactos de peças, dessa forma qualquer quebra interfere no desempenho de toda a linha. Assim, o chefe do almoxarifado classificou o critério da importância como zero para praticamente todos os itens uma vez que cada representava instantaneamente uma redução de 50% do volume de produção.

SETOR DA LINHA PRODUTIVA	GRUPAMENTOS	CRITICIDADE				INDICE
		P	I	E	U	
ROTO 1 - ZONA QUENTE	DOSEUSE 1					
	CHAUFFERETTE 1	3	0	3	1	0,00
	TABLE D'ELEVATION 1	3	0	3	1	0,00
	FONDOIR INCLUSION	2	0	3	1	0,00
	VIS INCLUSION	2	0	3	1	0,00
	BARILLETS	2	0	3	1	0,00
	PISTONS	2	0	4	1	0,00
	PEIGNES	2	0	3	1	0,00
	AGITATEURS	2	0	4	1	0,00
	VERIN BARILLETS	3	0	3	1	0,00
	VERIN PISTONS	3	0	3	1	0,00
	DOSEUSE 2					
	CHAUFFERETTE 2	3	0	3	1	0,00
	FONDOIR INCLUSION	2	0	3	1	0,00
	VIS INCLUSION	2	0	3	1	0,00
	TABLE D'ELEVATION 2	4	0	3	1	0,00
	BARILLETS	2	0	3	1	0,00
	PISTONS	2	0	4	1	0,00
	PEIGNES	2	0	3	1	0,00
	AGITATEURS	2	0	4	1	0,00
	VERIN BARILLETS	3	0	3	1	0,00
	VERIN PISTONS	3	0	3	1	0,00
	TEMPEREUSE 1					
	POMPES A EAU	4	1	2	1	2,00
	MOTOREDUCTEUR CAVEX	4	0	2	1	0,00
	RESISTANCES	4	1	2	1	2,00
	ELECTROVANNES	4	1	2	1	2,00
	ARMOIRE ELECTRIQUE	4	1	2	1	2,00
	TEMPEREUSE 2					
	POMPES A EAU	4	1	2	1	2,00
	MOTOREDUCTEUR CAVEX	4	0	2	1	0,00
	RESISTANCES	4	1	2	1	2,00
	ELECTROVANNES	4	1	2	1	2,00
	ARMOIRE ELECTRIQUE	4	1	2	1	2,00
	TANK 0/1/2/3/4/5					
	AGITATEURS	2	2	3	2	6,00
	POMPES	2	0	3	2	0,00
	VANNES	2	2	3	2	6,00
	ROTO ZONE CHAUDE					
	1ER RECHAUFFEUR	3	0	3	1	0,00
	2EME RECHAUFFEUR	3	0	3	1	0,00
	DESCENSEUR	3	2	2	1	3,00
	CENTREUR DE MOULES	4	2	3	1	6,00
	FERMETURE MOULES	3	2	2	1	3,00

Tabela 6 Classificação para os grupamentos da Zona Quente para E4

Fonte: Elaboração própria

Já na zona fria, por onde o chocolate passa por esteiras no processo de resfriamento as peças mais relevantes são os motores e as correias que, novamente, em caso de falha promovem a parada total da linha. Na zona de condicionamento, as peças em geral não apresentam grande importância com índices de quebra muito baixo. A única peça relevante é o detector de metais, pois, por se tratar de uma indústria alimentícia, se torna crítico. Caso o detector não esteja funcionando a linha deve parar por mais que ele não seja essencial para o seu funcionamento.

SETOR DA LINHA PRODUTIVA	GRUPAMENTOS	CRITICIDADE				INDICE
		P	I	E	U	
ROTO 1 - ZONA DE CONDICIONAMENTO						
	MARTEAUX	4	2	3	1	6,00
	TWISTS	4	2	3	1	6,00
	VIBREURS	4	2	3	1	6,00
	OUVERTURE MOULES	3	2	3	1	4,50
	DETECTEUR DE METAUX	2	0	3	1	0,00
	COURROIES SOUS DETECTEUR	4	2	3	1	6,00
	TABLES DELEVATION	4	2	3	1	6,00
	CHANGEMENT DE LIGNE	3	2	3	1	4,50
	RETOURNEUR	4	2	3	1	6,00
	CHAINE TRANSPORT MOULES	4	2	3	1	6,00

Tabela 7 Classificação para os grupamentos da Zona de condicionamento para E4

Fonte: Elaboração própria

Para os setores seguintes, ou seja, RU, FI as peças mais relevantes são os motores, pois demoram mais para serem trocados em caso de quebra. Esses setores são responsáveis pela remoção do chocolate dos moldes e transporte para as outras atividades. O setor da THURLING ALTAMAT é responsável pela pesagem e separação do chocolate para as embalagens. Os outros setores são considerados menos críticos tendo como funções principais a embalagem, colocação de etiquetas e organização do produto acabado em pallets, por exemplo.

No fim, as máquinas da linha somaram 53 grupamentos classificados como supercríticos, críticos e comuns. Para esses grupamentos, foram levantadas 231 peças para que assim a segunda parte do método fosse aplicada.

3.7.2. Parte 2: Levantamento da criticidade das peças

Após a identificação de todas as peças, era necessária a segunda etapa da metodologia que era a classificação de criticidade por peça. Para as peças, um dos critérios mais

críticos era o tempo de entrega em que a principal variável é a distância entre os principais fornecedores. O segundo fator mais relevante para essa linha de produção era o tempo necessário para a troca da peça, pois o tempo de parada total da linha era de extrema relevância. Além disso, o período de quebras também era relevante para o estudo, pois ele que iria ditar a periodicidade das trocas.

A matriz de criticidade de peças foi então aplicada para as 231 peças. Como resultado, foram classificadas como supercríticas 49 das peças, enquanto 24 eram críticas, 128 chamadas de ordinárias e 30 consideradas sem criticidade. O levantamento da criticidade das peças foi realizado somente para os grupamentos considerados críticos, dessa forma pode-se afirmar que se as peças consideradas banais para a operação forem retiradas do estoque pode-se chegar a uma redução de 12% em relação ao volume. O resultado também deixou explícito que há 73 peças que devem figurar obrigatoriamente entre as peças do estoque

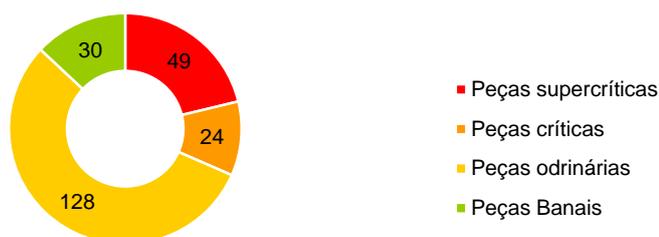


Gráfico 1 Classificação da criticidade das peças para E4

Fonte: Elaboração própria

3.8. Modelo estatístico aplicado à organização

No contexto do Grupo Cémoi, para dar início à elaboração o estoque central não bastava selecionar somente as peças críticas e comuns aos três estoques, mas também ter um ponto de partida em relação aos volumes ótimos para algumas peças. Sabe-se porém que a demanda de peças de reposição se comporta de forma extremamente irregular se comparado, por exemplo, ao comportamento do consumo de produtos acabados.

Ainda para a linha de produção E4, foi realizada a aplicação do modelo estatístico. Como descrito anteriormente, uma das limitações era a falta de registros de consumos históricos, dessa forma mais uma vez o estudo foi baseado na percepção dos chefes do armazém. As perguntas eram então direcionadas com o objetivo de levantar o consumo

médio das peças para que assim fosse determinado o número de ideal para se ter no estoque.

As peças, não só para a linha E4, mas para todo o complexo produtivo, se encaixavam em sua grande maioria no grupo de peças com rotatividade baixa. Para a linha foi levantado o consumo de 96 peças como mostrado no quadro a seguir:

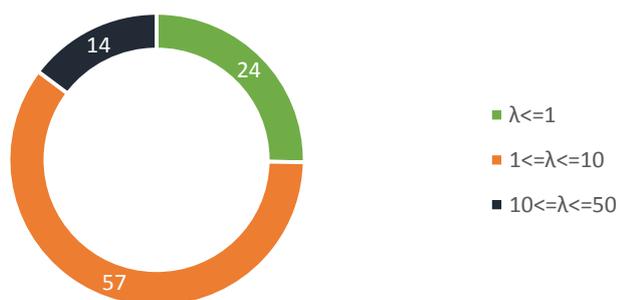


Gráfico 2 Consumo histórico de peças para a linha E4

Fonte: Elaboração própria

Para as 24 peças com rotação muito lenta, era necessário um estudo mais específico conforme foi citado na metodologia. Como as peças já foram direcionadas anteriormente por conta de sua criticidade era necessário ter pelo menos uma peça em estoque independente do preço uma vez que o custo de parada da linha, ou seja, o custo de oportunidade era muito maior do que o custo das peças em questão.

Para todas as outras peças foi aplicada a metodologia admitindo que as mesmas se comportavam de acordo com a distribuição de Poisson. Dessa forma, com a grau de certeza de 95% foram definidos os seguintes volumes necessários em estoque.

λ	Volume (99% de confiança)
1,33	3
1,50	3
2,00	4
2,50	5
2,66	5
3,00	5
3,50	6
4,00	7
4,50	7

5,00	8
6,00	9
7,00	10
8,00	12
10,00	14
12,00	17
12,50	17
15,00	20
16,00	21
20,00	26
24,00	30
30,00	37
36,00	44
50,00	59

Tabela 8 Resumo do volume ideal para as peças da linha E4

Fonte: Elaboração própria

4. Resultados

Ao longo do projeto, pode-se destacar alguns resultados expressivos para a empresa no tocante não só a gestão de estoques, mas também a documentação e início de uma cultura de registros de dados históricos. O objetivo final era a projeção de um estoque central, logo pode-se dizer que foi o resultado mais importante para a diretoria que solicitou e patrocinou o projeto.

O primeiro resultado a se destacar foi o mapeamento do maquinário de todas as linhas de produção pertencentes às três unidades produtivas de Troyes. A partir desse mapeamento, fica como registro também as peças que fazem parte de cada máquina para que assim possa ser aproveitado para futuros trabalhos como, por exemplo, programação de manutenções preventivas e até mesmo mapeamento de ativos industriais com um maior detalhamento.

O mapeamento permitiu também que fossem levantadas peças em comum entre os diferentes almoxarifados. Esse levantamento também foi de grande importância uma vez que as compras e pedidos são realizados pelo chefe de cada armazém. Dessa forma, cada chefe de almoxarifado realiza uma cotação e negociação com um fornecedor específico tornando assim o processo de aquisição de peças ineficaz. Esse mapeamento permite também que maiores lotes de compra sejam efetuados, facilitando assim a negociação por melhores preços

Essas peças comuns também foram mapeadas para o estoque central justamente com o objetivo de sanar esses pontos que impedem uma melhor gestão dos recursos. No total foram levantadas 414 com 52% dessas peças presentes nos 3 almoxarifados.

Peças comuns a E4, E5, E6	51
Peças comuns a E1, E2, E4, E5, E6, E7	216
Peças comuns a E1, E2, E5, E6, E7	85
Peças comuns a E1, E2, E4, E7	62
Total	414

Tabela 9 Peças em comum entre os estoques

Fonte: Elaboração própria

Além do mapeamento, o levantamento da criticidade das peças com o intuito de selecioná-las para o estoque central também fica como registro para o controle de

estoque como um todo servindo também como um guia também para o planejamento de manutenção preventiva para as fábricas. O resultado do levantamento da criticidade para os grupamentos pode ser resumido na seguinte tabela:

Linha	Total de equipamentos	Grupamentos críticos
E1	85	33
E2	253	111
E4	360	53
E5	123	22
E7	52	14
Total	873	233

Tabela 10 Quantidade de grupamentos críticos para as linhas de produção

Fonte: Elaboração própria

Destaca-se, além da linha E4 a linha E2 que apresentou uma relação de 44% de grupamentos críticos em relação ao total de grupamentos presentes. Vale destacar também que a linha E5 tem menos de 20% dos seus grupamentos críticos. Em entrevistas com o Diretor de manutenção, foi levantado ainda que, apesar de E2 ter o maior percentual de grupamentos críticos em relação ao todo é a linha E4 que tem a maior quantidade de paradas historicamente. O diretor confirmou ainda que a linha E5 é a que menos apresenta paradas inesperadas.

Dos grupamentos críticos, foram então selecionadas 712 peças para o levantamento da criticidade. Essas peças, que foram o foco da aplicação do segundo método, representam aproximadamente 51% das da quantidade total de peças do complexo industrial. Destaca-se ainda a representatividade das peças pertencentes à linha E4.

Linha	Total de peças	Peças de grupamentos críticos
E1	86	37
E2	247	157
E4	544	231
E5	380	162
E7	129	125
Total	1.386	712

Tabela 11 Número total de peças para os grupamentos críticos

Fonte: Elaboração própria

A classificação de acordo com os critérios da segunda matriz de criticidade elaborada pode então deixar mais claro a classificação de cada uma dessas peças. Vale destacar que do total de peças 27% foram consideradas supercríticas, 17% críticas, 44% ordinárias e 12% foram consideradas banais.

Linha	Super críticas	Críticas	Ordinárias	Banais
E1	16	6	6	9
E2	32	34	91	0
E4	49	24	128	30
E5	28	35	78	21
E7	66	22	13	24
Total	191	121	316	84

Tabela 12 Classificação das peças para cada linha de produção

Fonte: Elaboração própria

Por fim, a tabela resumo que será a base para a identificação das peças que serão direcionadas ao estoque central pode ser observada a seguir:

Peças comuns e críticas	51
Peças comuns e	216
Peças comuns a E1, E2, E5, E6, E7	85
Peças comuns a E1, E2, E4, E7	62
Total	414

Peças comuns e críticas	47
Peças comuns e críticas	367
Peças críticas	265
TOTAL	679

Tabela 13 Levantamento final de peças comuns e críticas

Fonte: Elaboração própria

Para cada grupo descrito na última tabela, foi formulada uma sugestão para a direção da empresa. Essa sugestão tem como base principal a redução do valor financeiro em estoque, mas também facilitar a organização e disponibilidade das peças para que os mecânicos possam realizar o trabalho de forma eficaz e sem afetar o funcionamento das linhas. Dessa forma, foi sugerida a seguinte ação para cada tipo de classificação de peças:

- Peças comuns e críticas: As peças com essa classificação devem ser direcionadas ao estoque central, pois assim terão uma maior gestão no sentido de evitar a falta e garantir um volume de lote e uniformidade de peças
- Peças comuns: Assim como as peças comuns e críticas, essas peças devem ser direcionadas ao estoque central também com o objetivo de facilitar a gestão
- Peças críticas: Essas peças não tem necessidade de serem localizadas no estoque central uma vez que são específicas de cada almoxarifado. Elas devem se localizar, porém em prateleiras específicas ou em gavetas vermelhas para que assim sejam identificadas como críticas e o responsável possa fazer uma melhor gestão no tocante a essas peças.

Nesse sentido, como resultado final indica que 414 peças devem ser direcionadas ao estoque central. Essas peças, em relação ao número total de peças dos almoxarifados, representam 30% de todas as peças de manutenção e reparos do grupo.

5. Conclusão

A partir das informações fornecidas pela empresa e pelos envolvidos em todo o projeto de levantamento da criticidade e planejamento do estoque central foi possível aplicar os métodos de avaliação de criticidade e também realizar um estudo estatístico para o consumo das peças. Dessa forma, pode-se dizer que os objetivos propostos no início desse projeto foram atingidos.

O objetivo geral, de promover a otimização de estoques na planta produtiva na França, foi o grande desafio não só para o projeto em si, mas na carreira profissional de um dos autores. Apesar disso, pode-se dizer que o estoque central foi idealizado com embasamento dos métodos aqui levantados. O levantamento de um modelo de consumo para as peças de reposição também foi de grande valia para a empresa que poderá ser potencializado caso a empresa consiga registrar de forma mais eficiente os dados de consumo de pelas, uma das principais limitações enfrentadas.

No que diz respeito aos objetivos específicos, pode-se afirmar que eles também foram alcançados, uma vez que, foi realizado o mapeamento das linhas de produção com levantamento dos principais grupamentos e máquinas com o levantamento também das peças e suas respectivas criticidades. Por fim, a partir dos métodos estatísticos citados no estudo de caso, foi possível também identificar as peças direcionadas ao estoque central.

O próximo passo para a organização é colocar em prática o estudo, ou seja, estabelecer papéis e responsáveis para que então o processo de centralização de estoques ocorra fisicamente. O trabalho a seguir será mais eficaz se a empresa realizar ainda um inventário. Após isso, será possível também dimensionar o tamanho do ganho financeiro que a centralização de estoques irá proporcionar.

Vale ressaltar que, após o estudo, é importante que a organização continue a avaliar a criticidade das peças a partir do momento em que forem adquiridas novas máquinas ou até mesmo linhas de produção. Nesse mesmo sentido, é de grande importância o levantamento se as peças também são comuns.

Também foram destacados métodos de avaliação de criticidade que podem ser úteis para os autores e também para os leitores que em geral são pessoas das áreas de ciências exatas que podem assim utilizar o conhecimento e traduzi-lo em ganho de eficiência para as mais diversas organizações.

6. Bibliografia

BALLOU, R.H.: **Estimating and Auditing Aggregate Inventory Levels at Multiple Stocking Points.** *Journal of Operations Management*, 1981

BALLOU, R.H.: **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física.** São Paulo: Atlas, 2007.

BANZATO, E. Et al. **Atualidades na Armazenagem.** 1. ed. São Paulo: 2003.

BAREL, M. **Du cacao au Chocolat, l'épopée d'une gourmandise.** Éditions Quae, 2009.

BATEMAN, T. S., SNELL, S. A. **Administração: construindo vantagem competitiva.** São Paulo: Atlas, 1998.

BEHR, A et al. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca,** 2008

BRECKA, J. **The American customer satisfaction index.** *Quality Progress*, 1994.

CAROT, V.; SANZ, J. **Criticality and sensitivity analysis of the components of a system.** *Reliability Engineering & System Safety*, 2000.

CASELLA, G.; BERGER, R. L. **Statistical Inference.** 2 ed. Pacific Grove. Duxbury, 2002.

CHOCOLATE: Aspectos positivos e negativos. *Revista Aditivos e Ingredientes.* São Paulo, 2007

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

CORREA, H. L. **Planejamento Programação e Controle da Produção – MRP II / ERP, Conceitos, uso e implantação,** São Paulo: Atlas, 2000.

DA SILVA, G. L. C. **Modelo de Estoque para Peças de Reposição Sujeitas à Demanda Intermitente e Lead Time Estocástico**, 2009.

DEKKER, R., Kleijn, M., & De Rooij, P. **A spare parts stocking policy based on equipment criticality**. International Journal of Production Economics , 1998

DESS, G. G.; LUMPKIN, G. T.; EISNER, A. B. **Strategic management**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

EAVES, A. **Forecasting for the ordering and stock-holding of consumable spare parts**. PhD thesis, Lancaster University, Department of Management Science, 2002

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços**. São Paulo: Atlas, 1994.

HELMANN K. **Uma sistemática para determinação da criticidade de equipamentos em processos industriais baseada na abordagem multicritério**, Ponta Grossa 2008.

HESKETT, J.L.; Glaskowsky, Jr., N.A. & Ivie, R.M. **Business Logistics**. The Ronald Press Company, New York, 1973

HUMBERT J., LHOMME J. **La criticité des dispositifs médicaux : état de l'art et calcul**, Judicael Humbert, Jeanine Lhomme, Université de Technologie de Compiègne, Master Technologies et Territoires de Santé (TTS), 2013

ISHIKAWA, K. **Guide to Quality Control**, Tokyo: Kraus Asian Productivity Organization, 1982.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: Análise, planejamento, implementação e controle**. Tradução Ailton Bom fim Brandão – São Paulo Atlas, 2009.

LAVINA Y. **Audit de la maintenance**, Éditions d'organisations, Paris, 1992

LE MOS, D. L; PORTO, A.C. **Technological Forecasting Techniques and Competitive Intelligence: Tools for improving the Innovation process**. Industrial Management & Data Systems, 2003

LINSTONE, H.A.; Turoff, M. (Ed.). **The Delphi method: Techniques and applications**. MA: Addison-Wesley, 1975.

LOURENÇO, K. G. **Nível de atendimento dos materiais classificados como críticos no Hospital Universitário da USP**. São Paulo, 2006.

MAEHLER, A. E; CERETTA, P. S; JÚNIOR, P. C. **Aplicação do Método de Criticidade de Materiais em Estoques Hospitalares**. XXIV ENEGEP. Florianópolis, 2004.

MAISTER, D.H. **Centralization of Inventories and The Square Root Law**. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 1976

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Thomsom Learning, 2001.

MOSS, T. R. & WOODHOUSE, J. **Criticality analysis revisited**. *Quality and Reliability Engineering International*, 1999.

NOGUEIRA, A. **Logística Empresarial: Uma visão local com pensamento globalizado**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

OSBORN, A. **O poder criador da mente**. São Paulo: Ibrasa, 1987

SAGGIORO, E; et al. **Gestão de estoques MRO – Parte I**, 2012

SILVER, E., Ho, C.-M., & Deemer, R. **Cost minimizing inventory control of items having a special type of erratic demand pattern**, 1971

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SMYKAY, E.W. **Physical Distribution Management**. Macmillan Publishing Co., New York, 1973

STALK, G., **Estratégia – A busca da vantagem competitiva**. 1a edição. Rio de Janeiro, 1998.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

VENDRAME, F. C. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**, 2008

VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2000.

WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimento**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

ZAMMORI, F.; GABBRIELLI, R. **ANP/RPN: a multi criteria evaluation of the Risk Priority Number**. *Quality and Reliability Engineering International*, 2011.

ZIN, W.; Levy, M. & Bowersox, D.J. **Measuring The Effect of Inventory Centralization/Decentralization on Aggregate Safety Stock: The "Square Root Law" Revisited**. *Journal of Business Logistics*, 1989