



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Angela Marisa Meleiro Lopes

**A SUBSTITUIBILIDADE DOS PRODUTOS NA GESTÃO
DE INVENTÁRIOS**

**Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Gestão orientada pela
Professora Doutora Joana Maria Pina Cabral Matos Dias e apresentada à
Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra**

Junho de 2020



FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Angela Marisa Meleiro Lopes

**A SUBSTITUIBILIDADE DOS PRODUTOS NA GESTÃO
DE INVENTÁRIOS**

Junho de 2020

Agradecimentos

A entrega e defesa do presente relatório marca o fim de mais uma etapa que não seria possível sem o apoio e contributo de algumas pessoas a quem desejo expressar os meus maiores agradecimentos.

Começo por agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Joana Dias por toda a disponibilidade demonstrada e ajuda prestada durante a elaboração deste mesmo relatório.

Em segundo lugar gostaria também de agradecer à minha orientadora Dr^a Maria José Carvalho pelo acompanhamento desde o 1^o dia e pela forma como me transmitiu os seus conhecimentos estando sempre disponível para esclarecer as minhas dúvidas. Deixo também um agradecimento à Fábrica das Tintas 2000, S.A. pela possibilidade de lá realizar o estágio curricular assim como a todos os colaboradores da mesma, em especial aos pertencentes ao departamento das Compras, onde fiquei inserida, pela forma como fui recebida e por toda a disponibilidade que sempre demonstraram para me ajudar.

Um agradecimento a todos os colegas e amigos que ao longo de todo o meu percurso me apoiaram e ajudaram a ultrapassar todos os problemas que surgiram.

Por fim, um agradecimento especial aos meus pais que me proporcionaram todo o percurso académico apoiando e ajudando na minha construção tanto pessoal como profissional.

A todos, o meu muito obrigada!

Resumo

O presente relatório foi elaborado no âmbito do estágio curricular para conclusão do Mestrado em Gestão da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. O estágio foi realizado na Fábrica das Tintas 2000, S.A., mais concretamente no Departamento das Compras e decorreu entre 3 de fevereiro e 9 de junho do presente ano.

As empresas têm cada vez mais necessidade de se adaptarem às constantes mudanças do mercado onde se inserem, por forma a que sejam competitivas. Uma área muito importante é a logística, podendo constituir uma ferramenta que lhes permita obter vantagens relativamente à concorrência.

Dentro da logística, encontramos a gestão de *stocks* que tem como principal objetivo equilibrar vários fatores distintos entre si. Torna-se necessário tentar minimizar os custos das existências tendo em consideração variadíssimos aspetos como o nível de serviço tendo em conta a incerteza existente na procura, por exemplo.

Para o estudo da gestão de *stocks* foram sendo desenvolvidos modelos que, de uma forma geral, podem ser divididos em modelos deterministas e modelos não deterministas. Os primeiros consideram que os valores de todos os parâmetros são conhecidos e constantes, como a procura e o *lead-time*. Já os segundos modelos não assumem este pressuposto.

No entanto, os modelos mais simples de gestão de *stocks* não consideram a existência de produtos substitutos o que, no caso particular das Tintas 2000 tem bastante importância.

Neste relatório, para além da descrição da entidade de acolhimento, faz-se uma pequena revisão da literatura incidindo sobre os modelos clássicos deterministas e não deterministas, a consideração de produtos substitutos e a análise ABC. São também descritas as tarefas desempenhadas durante o estágio e feita uma análise crítica do mesmo.

Por fim, apresentam-se algumas experiências computacionais que tentam ilustrar o impacto que a existência de dois produtos substitutos em *stock* pode ter no que diz respeito à gestão de existências. Faz-se uso dos modelos clássicos, integrando simulação.

Palavras-chave: Gestão de *stocks*, Produtos substitutos, Análise ABC.

Abstract

The present report was prepared within the scope of the curricular internship to complete the Master in Management at the Faculty of Economics of the University of Coimbra. The internship took place at Fábrica das Tintas 2000, S.A., more specifically at the Purchasing Department, between February 3th and June 9th 2020.

It is increasingly important for companies to become competitive by adapting to the constant changes in the market in which they operate. A very important area is logistics, which can be a tool that allows them to obtain that same advantage.

Within logistics, stock management aims at balancing several factors that are very different from each other. It tries to minimize the costs associated with stocks, taking into account a wide range of aspects related to customer service, and considering, for instance, the random nature of demand.

Stock management has been the focus of research for many years, and several models have been developed that, in general, can be divided into deterministic models and non-deterministic models. The deterministic models consider that all the parameters are known with certainty. The latter models do not rely on this assumption.

However, most of the models do not consider the existence of substitute products, which, in the particular case of Tintas 2000 is very important.

This report describes the host organization, and presents a small review of the literature, focusing on classic deterministic and non-deterministic models, substitute products and ABC analysis. The tasks performed during the internship are also described and a critical analysis is made.

Some computational experiments are described that attempt to show the impact of the existence of substitute products in stock management. These experiments consider the use of classic models, embedded in a simulation procedure.

Keywords: Stock management, Substitute products, ABC analysis.

Lista de Siglas e Abreviaturas

S.A. – Sociedade Anónima

Lda. – Limitada

PME – Pequena média empresa

ETARI – Estação de tratamento de águas residuais industriais

L – *Lead-time*

SKU – *Stock-keeping units*

ADU – *Annual dollar usage*

EUA – Estados Unidos da América

3PL - *Third-party logistics provider*

ROP – *Reorder Point*

Lista de Figuras

Figura 1: Curva da distribuição do uso do dólar	37
Figura 2: Matriz de dois critérios	38
Figura 3: Parâmetros	49
Figura 4: SKUs do México.....	49
Figura 5: Dados Ásia e EUA	52
Figura 6: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 0%	55
Figura 7: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 25%	55
Figura 8: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 50%	56
Figura 9: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 75%	56
Figura 10: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 100%	56
Figura 11: Gráfico para P (não rutura) = 0,98.....	57
Figura 12: Custos com nível de serviço = 0,7.....	57
Figura 13: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 25%	58
Figura 14: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 50%	58
Figura 15: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 75%	58
Figura 16: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 100%	59
Figura 17: Gráfico P (não rutura) = 0,7.....	59
Figura 18: Custos com nível de serviço = 0,5.....	60
Figura 19: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 25%	60
Figura 20: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 50%	60
Figura 21: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 75%	61
Figura 22: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 100%	61
Figura 23: Gráfico P (não rutura) = 0,5.....	61
Figura 24: Variação do nível de serviço para os mesmos custos variando a taxa de substituição	62
Figura 25: Evolução do Nível de Serviço de B	63
Figura 26: Fórmulas da folha de cálculo da revisão contínua.....	69
Figura 27: Fórmulas da folha de cálculo da revisão periódica	70
Figura 28: Resultados Revisão Contínua nos EUA	71
Figura 29: Resultados Revisão Periódica nos EUA.....	71
Figura 30: Resultados Revisão Contínua na Ásia	72
Figura 31: Resultados Revisão Periódica na Ásia.....	72
Figura 32: Resultados Revisão Contínua para Local	73
Figura 33: Resultados Revisão Periódica para Local	73
Figura 34: Resultados com cálculo do tempo entre encomendas para US.....	74
Figura 35: Resultados com cálculos do tempo entre encomendas para Ásia	74
Figura 36: Folha de dados da simulação.....	75
Figura 37: Fórmulas da folha de dados de simulação	76

Tabela de Conteúdos

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iv
1. Introdução	9
2. Descrição da Entidade de Acolhimento	11
3. Gestão de Inventários	15
3.1. Modelos clássicos deterministas e não deterministas	15
3.1.1. Modelos deterministas	17
3.1.2. Modelos não deterministas	20
3.2. Produtos Substitutos	24
3.2.1. Áreas de Decisão	27
3.2.2. Mecanismos de substituição.....	29
3.2.3. Decisor de substituição.....	32
3.2.4. Direção da substituição	33
3.2.5. Tipos de Substituição	34
3.3. Análise ABC	35
4. Descrição das tarefas desempenhadas	41
5. Análise Crítica	45
6. Experiências Computacionais	47
7. Conclusão	65
Referências Bibliográficas	67
Anexos	69

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

1. Introdução

A realização de um estágio curricular constitui uma das opções do plano curricular do Mestrado em Gestão da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, tendo como principal objetivo a inserção dos alunos no mercado de trabalho permitindo-lhes ter uma visão mais realista e prática do mesmo e, por essa razão, foi minha escolha ingressar por esta via.

O presente relatório de estágio é resultado do estágio curricular desenvolvido entre 3 de fevereiro e 9 de junho de 2020 na Fábrica das Tintas 2000, S.A., pertencente ao Grupo 2000 em conjunto com mais três empresas do setor das Tintas e Vernizes. O estágio teve como principal objetivo adquirir conhecimentos concretos daquilo que era o mercado de trabalho e o mundo empresarial aplicando sempre conhecimentos teóricos previamente adquiridos.

Era objetivo do estágio ser integrada na equipa do departamento de compras e, numa fase posterior, passar pelos departamentos de contabilidade/financeiro e de recursos humanos para poder ter uma melhor visão da forma como todos os departamentos trabalham e comunicam entre si. No entanto, devido à pandemia vivida no período em que decorria o estágio e que levou à suspensão do mesmo a 13 de março, não foi possível passar por todos os departamentos tal como definido no plano inicial, tendo ficando apenas pelo departamento das compras. Nele desempenhei tarefas como a análise de *stocks*, o acompanhamento e pesquisa de novos fornecedores e preços, realização de encomendas, receção das mesmas e conferência de faturas.

Não foi necessário muito tempo para me aperceber da grande importância do controlo das existências e do jogo que é necessário fazer entre os vários produtos substitutos existentes. Por essa razão, considerei pertinente aprofundar o meu conhecimento sobre esta temática e tentar perceber se as Tintas 2000 fazem a análise de uma forma correta. Assim, será este tema que irei abordar.

No decorrer da revisão bibliográfica encontrei alguns modelos de gestão de *stocks* que tentei perceber se poderiam ser aplicados à realidade das Tintas 2000. Consultei também informação referente a produtos substitutos e as diferentes formas de os categorizar e, por fim, e de uma forma breve, apresento também os princípios básicos da análise ABC.

O presente relatório divide-se em cinco capítulos. Começo por apresentar a Fábrica das Tintas 2000, S.A., entidade de acolhimento. No segundo capítulo faço uma breve revisão da literatura sobre os temas acima mencionados. Depois passo a descrever as tarefas desenvolvidas no estágio. Posteriormente faço uma análise crítica tendo em conta a experiência vivenciada. Por fim, descrevo algumas experiências computacionais e respetivos resultados, que tentam ilustrar o impacto que a existência de produtos substitutos poderá ter na gestão de existências.

2. Descrição da Entidade de Acolhimento

Este capítulo teve por base o *site* da Fábrica das Tintas 2000, S.A.

O estágio curricular para a obtenção do grau de mestre em Gestão pela Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra foi realizado na Fábrica das Tintas 2000, S.A. que pertence ao Grupo 2000 do qual fazem também parte as Tintas Marilina S.A., a Ambrósio & Filha, Lda. e a Norticor, Sociedade Comercial de Tintas, Lda.

A Fábrica das Tintas 2000, S.A. foi fundada, em 1980, na Zona Industrial da Maia, onde se mantém até hoje e onde é também realizada a produção, comercialização e distribuição. Inicialmente, era uma pequena unidade fabril de 1200m² contando com a colaboração de 20 trabalhadores, tendo uma capacidade de produção de apenas 500 toneladas por ano e cujo objetivo principal era dar ao mercado várias soluções no ramo das tintas plásticas e esmaltes.

A Fábrica das Tintas 2000, S.A, dedica-se ao fabrico e venda de tintas plásticas, esmaltes, vernizes, velaturas e diluentes, assim como revenda de mercadorias nomeadamente pincéis, rolos, colas, lixas, argamassas, etc., conseguindo oferecer uma grande variedade de produtos.

Em 1994 foi fundada a empresa Ambrósio & Filha, em Rebordosa, no concelho de Paredes. Tem como principal objetivo cobrir as áreas da comercialização de produtos e assistência técnica à indústria do mobiliário e, por isso, conta com produtos e técnicos fortemente especializados em acabamentos para madeiras.

Com o objetivo de possuir uma cota de mercado mais alargada, as Tintas 2000 adquiriu, em 2006, as Tintas Marilina cuja área de especialização é o fabrico de tintas plásticas e esmaltes para a construção civil. A Tintas Marilina foi fundada em 1930, tendo sido pioneira em Portugal na produção de tinta aquosa impermeabilizante. Foi aqui que António Ambrósio, atual Presidente do Conselho

de Administração do Grupo 2000, iniciou a sua atividade profissional, tendo lá permanecido como técnico comercial até à criação da Fábrica das Tintas 2000.

Já em 2017, o Grupo 2000 adquiriu a Norticor, representante exclusiva da marca italiana Sirca, muito utilizada nos acabamentos do mobiliário. Desta forma, foi dado mais um passo para o crescimento do Grupo 2000 com o objetivo de ver aumentada a sua cota de mercado.

Atualmente, como já indicado, o Grupo 2000 é constituído por 4 empresas nomeadamente a Fábrica das Tintas 2000 S.A., Tintas Marilina S.A., Ambrósio & Filha, Lda. e Norticor, Sociedade Comercial de Tintas, Lda. Conta com cerca de 200 colaboradores e 33 lojas próprias espalhadas por todas as regiões do país. Ocupa uma área total de 12.000 m^2 apresentando uma capacidade produtiva superior a 15.000 toneladas/ano. Das fábricas de tintas criadas em terreno nacional, foi a que apresentou a maior taxa de crescimento nos últimos 80 anos dentro de um universo de cerca de 180 produtoras do ramo, sendo atualmente a 5ª maior empresa do ramo.

Com a aquisição de outras empresas, as Tintas 2000 conseguem agora clientes de diversos ramos que vão desde a indústria metalomecânica à indústria de mobiliário e construção civil, diferenciando-se dos seus concorrentes pela grande variedade de produtos que possui. As suas vendas não são exclusivas a Portugal, tendo presença em países como França, Bélgica, Suíça, Espanha, Angola, Moçambique e Cabo Verde.

Por outro lado, tem uma equipa de Inovação & Desenvolvimento composta por cerca de 20 técnicos. Pretendendo dar resposta às exigências atuais do mercado, tem vindo a investir intensamente nesta área com resultados no desenvolvimento de novos produtos e melhorias na formulação de produtos já existentes.

A Fábrica de Tintas 2000 S.A. tem vindo a ser distinguida, nos últimos anos, pela qualidade do seu desempenho económico e financeiro, como PME Líder.

É da preocupação da administração do Grupo 2000 transmitir a todos os seus *stakeholders* a sua visão e missão assim como os seus valores e estratégia.

A visão do Grupo 2000 passa por produzir com qualidade soluções inovadoras de pintura para, assim, serem parceiros preferenciais na realização de negócios, tentando acrescentar valor a todos os envolvidos, atingindo resultados de excelência, com forte empenho, brio e paixão de todos os colaboradores.

Relativamente à missão “o Grupo 2000 tem como missão pintar, proteger, colorir e embelezar edifícios, equipamentos, estruturas metálicas e mobiliário de madeira, com soluções inovadoras, de qualidade e com resultados de excelência, promovendo o bem-estar e a satisfação dos clientes, dos colaboradores e demais parceiros de negócio.”

Os valores do Grupo 2000 assentam em pilares que têm como base fundamental a sua clareza e ambição e que são:

- Ter orgulho em tudo o que fazem;
- Ser ambicioso nos objetivos e superá-los;
- Valorizar a iniciativa;
- Desenvolver um clima de boas relações humanas e de trabalho;
- Procurar obter a excelência tanto nos seus produtos como nos serviços que presta;
- Apoiar e acreditar nos seus colaboradores;
- Adaptar-se ao mercado, inovando;
- Promover a melhoria contínua tentando alcançar a qualidade total;
- Clientes 100% satisfeitos;
- Zero desperdícios;
- Assumir comportamentos responsáveis e de conformidade com as disposições legais;
- Ser um prazer para todos os colaboradores pertencer às Tintas 2000.

No que toca à sua responsabilidade social e ambiental, o Grupo 2000 destaca-se pelo seu sentido de dever para com o meio ambiente já que, sendo produtora e distribuidora de tintas e afins, é geradora de alguns impactos ambientais para os meios vizinhos.

Para minimizar esse impacto, são implementadas medidas para a monitorização diária e redução dos efeitos, aliando-se a isso a formação dos colaboradores e o cumprimento de todos os requisitos legais.

É possuidora de uma estação de tratamento de águas residuais industriais (ETARI) para onde são encaminhados todos os efluentes industriais produzidos na fábrica e de um sistema de despoeiramento para garantir a qualidade interna do ar. Para além disso, também assegura a separação dos resíduos industriais que são armazenados num parque de resíduos e, mais tarde, encaminhados para entidades que lhe dão o tratamento adequado.

Relativamente à sua responsabilidade social, o Grupo 2000 participa com donativos financeiros ou outros em vários eventos sociais e culturais como associações, escolas e centros de apoio. Tem contribuído ativamente em eventos recreativos e desportivos tanto a nível local como nacional destacando-se o futebol e o automobilismo.

3. Gestão de Inventários

3.1. Modelos clássicos deterministas e não deterministas

Este subcapítulo foi maioritariamente baseado em Costa, Dias, & Godinho, 2017. Irão utilizar-se os termos *stock* e existências de forma indiferenciada, assumindo que têm o mesmo significado.

É importante, para todas as organizações, perceberem e controlarem o fluxo das matérias-primas e mercadorias desde o momento em que saem dos fornecedores até que chegam aos clientes/consumidores. É de extrema importância ter muita atenção a todo este percurso da cadeia de aprovisionamento, visto que existe um grande potencial para a redução dos custos associados a uma gestão mais eficiente das existências em inventário. A cadeia de aprovisionamento define-se como sendo um “conjunto de atividades relacionadas com os fluxos e transformações de bens e serviços desde o início da sua produção até ao consumidor final assim como os fluxos de informação associados.”

Podemos, assim, compreender que esta atividade tem ligações diretas a muitas outras áreas funcionais da organização como as compras, a produção, o marketing, etc.

Desta forma, podemos perceber que o objetivo da gestão de inventários é contribuir para os objetivos de uma organização, garantindo que os produtos estão disponíveis onde e quando são precisos (valor de tempo e de local), e procurando a minimização dos custos.

Olhando para os principais custos associados ao inventário, e que são tidos em conta nos modelos que a seguir se vão apresentar, podemos distinguir três tipos:

- Custos de posse;
- Custos de encomendar/ de preparação;
- Custos de escassez/ falta/ rutura.

O custo de posse, como o próprio nome indica, refere-se ao custo em que se incorre por possuir determinado bem. Este custo traduz-se na rentabilidade esperada que deixa de se obter por se ter aplicado o capital numa determinada existência, para além de outros que decorrem da manipulação do produto, custos inerentes à sua conservação, por exemplo. É considerado o mais importante custo de *stocks*.

Relativamente aos custos de encomendar, estes consideram-se fixos e independentes da quantidade que é encomendada. São exemplos destes tipos de custos, os custos de preparação de uma máquina, custos administrativos, custos com formações, etc.

Por fim, com os custos de rutura podemos ter duas situações distintas. Quando um artigo é pedido e este não está disponível nesse momento, não é possível satisfazer a procura imediatamente. Neste caso, ou o cliente espera pelo item encomendado (havendo *backorders*), ou o cliente não espera pelo item e recorre a outro fornecedor. Em ambas as situações, existirão custos de rutura.

No caso em que o cliente espera, o custo relevante será variável com o tempo de espera e o número de unidades em falta. Caso o cliente não espere, o custo relevante varia com o número de unidades em rutura. No entanto, existem outros custos de difícil quantificação, como sejam os impactos em vendas futuras, reputação da empresa, etc.

Como foi dito anteriormente, é função da gestão de inventário escolher as melhores políticas de gestão do aprovisionamento, por forma a equilibrar todos estes custos. Uma política de aprovisionamento deverá ser capaz de responder às questões de qual o momento mais indicado para realizar a encomenda e qual a quantidade a encomendar. Podemos definir lote económico como sendo a quantidade ótima a encomendar que é dada pela quantidade para a qual os custos de armazenamento e de aquisição por unidade de tempo se igualam. Assim, é usualmente calculado minimizando os custos totais.

3.1.1. Modelos deterministas

Os modelos deterministas são aqueles em que se considera que não existe incerteza associada aos parâmetros do modelo. Estes modelos consideram algumas simplificações, nomeadamente no que toca à procura e *lead-time*, assumindo que estes valores são conhecidos e são constantes.

Para iniciar o estudo destes modelos assumem-se alguns pressupostos que é necessário ter em consideração.

- A procura e o *lead-time* assumem-se constantes;
- Os custos de posse e de encomenda são constantes no tempo;
- Todos os itens de um lote encomendado são entregues ao mesmo tempo;
- Não há ruturas de *stock*;
- O número de itens dos lotes a encomendar podem não ser um número inteiro.

Estes pressupostos são demasiadamente fortes para que sejam adequados para aplicar na organização em questão.

Ainda que seja possível considerar o *lead-time* determinista, por exemplo, tendo em conta os avanços tecnológicos e dos próprios processos de transporte e entrega, no que diz respeito à procura o mesmo não se verifica. Como é fácil perceber, a procura varia com fatores externos como, por exemplo, a meteorologia, a estação do ano e até o mercado da construção civil.

Ainda assim, é importante dar atenção a estes modelos de forma a tentar tirar algumas conclusões relevantes e que seja possível aplicar à empresa em questão.

3.1.1.1. Modelo de reposição instantânea sem rutura de *stock*

Este modelo é o mais simples de todos e serve, muitas vezes, de base para modelos mais complexos sendo, por isso, considerado um modelo clássico.

Neste modelo considera-se que o nível de existências varia proporcionalmente com o tempo, até ao momento em que todo o *stock* termina. Isto acontece porque se está a assumir que a procura é constante. Caso o *lead-time* seja igual a zero, então é na altura em que o *stock* é zero que é feita uma nova encomenda, que é imediatamente entregue. Neste caso, o custo associado às existências entre duas encomendas é a soma do custo de encomendar e o custo de posse (não existem custos de rutura, porque ela nunca acontece).

Como já foi dito anteriormente, não é possível aplicar este modelo na organização em estudo, não só porque não se pode assumir que a procura é constante, mas também porque se considera um *lead-time* igual a zero. Apesar de haver alguns fornecedores que, por serem relativamente perto da Fábrica Tintas 2000 e por terem *stock*, conseguem responder às encomendas de forma imediata, esta situação não é, no entanto, possível de ser generalizada. Aliás, determinados fornecedores, por serem internacionais, recomendam a realização das encomendas com uma a duas semanas de antecedência de forma a conseguirem responder aos prazos pretendidos.

Assim sendo, é importante estudar o modelo incorporando-lhe o *lead-time* (L).

Se este for constante, a única diferença relativamente ao modelo acima descrito é a necessidade de fazer a encomenda não no momento em que o *stock* termina, mas sim L unidades de tempo antes de este terminar.

É de notar que o tempo de espera de entrega pode ser superior ao tempo entre a realização de duas encomendas e, desta forma, quando se realiza a entrega de uma encomenda, haver já outra em espera.

A aplicação desta vertente à Fábrica das Tintas 2000 já seria mais realista e, com certeza, levaria a resultados mais eficazes, no entanto, não é possível contar sempre com o cumprimento dos prazos de entrega por parte dos fornecedores, assim como não é possível considerar a procura constante.

3.1.1.2. Modelo de reposição instantânea com rutura de *stock*

Estes modelos consideram a possibilidade de existência de rutura, caso isso se afigure como benéfico para a organização. Existindo a possibilidade de rutura de *stock*, há lugar a uma penalidade proporcional ao número de itens em rutura e ao tempo de espera do cliente (*backorders*).

De uma forma muito geral, o que acontece neste modelo é que alguns itens só são entregues algum tempo depois de terem sido encomendados.

É evidente que, neste modelo, o custo mínimo associado à gestão de existências será menor ou igual ao custo mínimo do modelo anteriormente referido. No entanto, a quantidade a encomendar terá que ser maior para que seja possível haver maior flexibilidade.

Apesar de tudo, o facto de haver rutura de *stock* traz-nos a dificuldade de calcular o custo dessa mesma rutura. Uma rutura implica haver perdas de vendas, podendo mesmo haver perda de clientes já fidelizados, assim como custos no que toca à imagem e reputação da empresa. Como é possível de compreender, estes custos são muito difíceis de calcular, não havendo uma fórmula exata para os mesmos o que complica a aplicação do modelo.

Este modelo, à primeira vista, parecia ser possível de ser aplicado na organização caso não fosse o pressuposto da procura. No entanto, surge outro problema. Os principais clientes das Tintas 2000 exigem que uma encomenda seja entregue num período de tempo muito curto e, desta forma, é importante que as matérias primas estejam em *stock* para a produção poder trabalhar de imediato. Caso isto não aconteça, os custos de rutura são tão elevados que retiram qualquer vantagem da utilização deste modelo (na realidade, ao aplicar este modelo, iríamos chegar ao anterior em que o melhor seria a não existência de rutura). Assim sendo, este modelo também não é o mais adequado para se aplicar na empresa em questão.

3.1.1.3. Modelo de reposição não instantânea sem rutura de *stock*

Este modelo tem como principal pressuposto considerar que a quantidade encomendada não é toda entregue ao mesmo tempo. Considera-se que há uma taxa de reposição. Isto acontece quando os itens encomendados não estão disponíveis no fornecedor e são entregues à taxa a que são produzidos. Neste modelo considera-se, também, que a taxa de produção é superior à procura por unidade de tempo.

Este modelo poderia ser aplicado na organização em causa, no entanto, não seria muito eficaz uma vez que não é muito plausível considerar que os fornecedores entregam a uma taxa constante. De facto, por vezes acontece os fornecedores não entregarem toda a quantidade encomendada de uma só vez, no entanto, o resto dessa encomenda será entregue quando toda a quantidade em falta estiver disponível ou em conjunto com a próxima encomenda.

Assim sendo, este modelo também não é adequado.

3.1.2. Modelos não deterministas

Nestes modelos consideramos a procura e o *lead-time* modelados de forma estocástica. Estes representam a incerteza inerente aos fenómenos e ações que determinam a procura de um item e o *lead-time* de uma encomenda.

Considerando que a procura individual de cada matéria prima é independente, através do teorema do limite central sabe-se que a soma de muitas variáveis independentes e aleatórias seguem uma distribuição aproximada à distribuição normal. Por esse motivo, esta é a distribuição de probabilidade mais usada para caracterizar o comportamento da procura, e a que é assumida nos modelos que vão ser referidos.

Um dos objetivos fundamentais da gestão de inventário é garantir que um item está disponível no momento e na quantidade que é pretendida. Para tal, e em ambiente de incerteza, é necessário controlar a probabilidade de existência de ruturas de *stock*.

3.1.2.1. Problema de quantidade de encomenda única

Com este problema pretende-se determinar a quantidade ótima a ser produzida/encomendada de uma só vez para um período de tempo limitado. Normalmente, este tipo de problema aplica-se a itens perecíveis ou procura limitada. Os itens que são encomendados, mas não são vendidos, incorrem numa perda. Por norma, a quantidade a encomendar deve ser aquela que anula o lucro marginal. Só é possível aplicar este modelo quando o lucro marginal é decrescente com a quantidade.

Este problema não encaixa nos padrões de produção da Fábrica das Tintas 2000, já que os bens que produz não se encaixam nos pressupostos do mesmo.

3.1.2.2. Revisão contínua

No modelo de revisão contínua, a posição de *stock* está a ser continuamente monitorizada para que se decida quando se deve fazer uma encomenda. A encomenda é feita quando o *stock* chega a um determinado nível, conhecido como ponto de encomenda.

Um conceito muito importante nos modelos que consideram, de forma explícita, a incerteza na procura e no *lead-time* é o de *stock* de segurança. O *stock* de segurança é uma reserva que se constitui para fazer face a situações adversas e que são difíceis de prever. Sem ele, o risco de rutura de inventário é muito maior. Como é óbvio, a manutenção deste *stock* de segurança apresenta custos, como por exemplo, o espaço ocupado no armazém ou a possibilidade de imparidades nos *stocks* existentes.

Quando se faz uma encomenda, essa chegará após o *lead-time* havendo, nesse período, a possibilidade de a procura ser superior ao inventário existente e, assim, haver rutura. Para que isto não aconteça, é importante definir o ponto fixo de encomenda de forma a minimizar a rutura. É importante, também, considerar o

nível de serviço. O nível de serviço representa a probabilidade de conseguirmos satisfazer a procura através do *stock* existente.

Se, por alguma razão, os custos que uma rutura implica forem conhecidos, torna-se mais eficaz determinar o momento ótimo a realizar a encomenda assim como o *stock* de segurança a manter, tendo em conta um equilíbrio (ainda que aproximado) entre os custos de rutura e os restantes.

Este modelo talvez seja aquele que vai mais de encontro às necessidades da Tintas 2000 uma vez que, para determinados clientes, não é permitido que estes esperem mais do que um prazo muito restrito pelas encomendas. Desta forma, um *stock* de segurança irá permitir controlar a probabilidade de existência de rutura.

No entanto, o espaço disponível na Fábrica das Tintas 2000 é bastante pequeno pelo que o *stock* de segurança terá que ser numa dimensão bastante reduzida. Estes modelos não consideram restrições de *stock* de segurança máximo. Poderiam ser aplicados, verificando-se à *posteriori* se o *stock* de segurança calculado estava dentro do limite admissível. Caso não estivesse, deveriam estudar-se as implicações de ter menos *stock* de segurança, quando comparadas com os custos de aumentar a capacidade do espaço de armazenamento (nomeadamente analisando o impacto da existência de rutura).

3.1.2.3. Revisão periódica: posição máxima de *stock* e coordenação de encomendas

Neste modelo de gestão de inventário considera-se que as encomendas são lançadas em intervalos de tempo pré-determinados. Em cada ciclo irá avaliar-se o nível de *stock* existente e, caso este esteja abaixo do ponto de encomenda definido, emite-se a mesma. A quantidade que se irá encomendar irá depender do nível de *stock* de forma a atingir o nível máximo de *stock* anteriormente definido.

Através de uma revisão periódica do inventário, também é possível haver a coordenação de encomendas de alguns itens em falta, desde que sejam adquiridos

ao mesmo fornecedor, o que leva a variadas vantagens como a redução dos custos de encomenda, de transporte e administrativos, assim como a possibilidade de obtenção de alguns descontos de quantidade.

Este modelo exige um ciclo comum e constante para os vários itens para assim ser possível um custo total mínimo.

Este tipo de modelo parece ser bastante vantajoso, no entanto, relativamente à Tintas 2000, pode não ser possível de ser aplicado, visto que este modelo leva a que haja maiores quantidades de *stock* de segurança, o que pode não ser viável devido à falta de espaço, como referido anteriormente.

No entanto, quando possível, é usual fazer cabazes de matérias primas provenientes do mesmo fornecedor, sobretudo com o objetivo de obter alguns descontos de quantidade. Apesar disso, não é um modelo que possa ser sempre aplicado já que os vários itens têm consumos bastante distintos. Isto significa que, muitas vezes, uma determinada matéria prima é encomendada muitas mais vezes que as outras acabando por não ser possível fazer essa coordenação.

Há ainda outro aspeto bastante importante. Algumas das matérias primas das Tintas 2000 são líquidas e, por isso, transportadas em cisternas. Isto faz com que as suas encomendas tenham de ser muito bem geridas. Por um lado, o transporte deste tipo de matéria-prima não pode ser conjugado com nenhum outro, uma vez que são transportadas em camiões-cisterna de 24 toneladas. Isto faz com que não exista nenhuma vantagem, em termos de custos de transporte, em encomendar vários produtos simultaneamente. Por outro lado, a encomenda tem que ser feita no momento certo, uma vez que as cisternas onde a matéria prima é armazenada têm que estar num nível de produto bastante baixo para que aquele que é trazido caiba todo e não seja desperdiçado. No entanto, este tipo de matéria prima é crucial na produção da maioria dos produtos e por isso não pode haver rutura. Posto isto, conclui-se que, para este tipo de matérias-primas, é fundamental que a revisão seja feita de forma contínua.

Todos estes modelos apresentam uma grande limitação e, por essa razão, não podem ser aplicados na Fábrica em estudo. Estes modelos não consideram a existência de produtos substitutos o que é uma realidade na organização em causa.

Muitas vezes, na falta de determinado item (seja porque está em rutura, ou porque outro tem um custo menor) é possível a utilização de outro que se lhe assemelha.

3.2. Produtos Substitutos

A gestão da cadeia de abastecimento tornou-se relevante ao longo das últimas décadas. Na cadeia de abastecimento, as incertezas decorrentes de fatores como a procura do mercado, a qualidade do produto, a concorrência, etc. introduzem riscos. Com o objetivo de fazer face a alguns desses riscos começou-se a considerar os produtos substitutos (Gürler & Yilmaz, 2010).

De uma forma muito geral e simples podemos definir produtos substitutos como o uso de um produto para satisfazer a procura de outro produto diferente numa mesma categoria de produtos (Chopra & Meindl, 2010 apud Shin, Park, Lee, & Benton, 2015).

Segundo Shin et al., (2015) é importante fazer uma distinção entre o que é escolha e substituição. Embora, muitas vezes, sejam utilizados como sinónimos, não significam exatamente o mesmo. Por norma uma “escolha” refere-se a uma escolha dentro de uma categoria de produtos, ou seja, a uma gama de produtos. Este termo é amplamente utilizado quando nos referimos a problemas de produtos de gama.

Já o termo “substituição” diz respeito ao ato de aceitar outro produto disponível quando a escolha original não estiver disponível na gama de produtos existente (Dawande, Gavirneni, Mu, & Sethi, 2010).

Segundo McGillivray & Silver pensa-se que a existência de substitutos afeta o controlo de *stocks*. Pode esperar-se que não seja necessário possuir tanto *stock* de segurança para fazer face à incerteza da procura pois pode contar-se com uma

parte da procura ser satisfeita pelo substituto em *stock*. Pela mesma razão, a quantidade de vendas perdidas também deve diminuir. Considerando estes dois aspetos, os custos associados ao transporte e à rutura de *stock* tendem a diminuir (McGillivray & Silver, 1978). Assim é possível compreender que possuir um sistema de gestão de inventários é fundamental para um bom desempenho.

Calcular o lote económico de forma tradicional é o passo base na gestão de inventários. Como já foi referido, pretende-se calcular a quantidade ótima a encomendar de forma a minimizar os custos. Ignorando alguns pressupostos e acrescentando-lhe outros, como a existência de produtos substitutos ou complementares, encontram-se novas versões do modelo.

Mokhtari (2018) decidiu investigar novas políticas de gestão de stocks onde incluía a substituição de produtos e assim conseguia que o custo total de inventário diminuísse enquanto a procura continuava a ser satisfeita. Para isso, assumiu dois produtos que seriam substitutos por forma a que, quando um estivesse indisponível, seria substituído pelo outro. Também assumiu que os pedidos de encomendas seriam realizados ao mesmo tempo para ambos os produtos. Considerou que a procura era determinística e constante, que não havia *lead-time* e que haveria dois casos: quando a procura de A teria de ser satisfeita por B e vice-versa. Para isso, foram utilizados os custos totais relativos aos dois casos para determinar os valores ótimos desses mesmos custos. A análise efetuada demonstrou que o modelo do lote económico tendo em consideração a substituição resulta numa substancial diminuição de custos relativamente ao modelo tradicional (Mokhtari, 2018).

Também Krommyda, Skouri, & Konstantaras (2015) estudaram a gestão de inventários considerando produtos substitutos. Para o seu estudo assumiram uma substituição baseada no *stock* que é decidida pelo cliente e que é bidirecional (ou seja, os produtos podem substituir-se mutuamente). Neste caso, a procura de cada produto depende dos níveis de *stock* de ambos os produtos num determinado momento, acabando por se esgotarem ambos em simultâneo. Em muitos casos,

como por exemplo, supermercados, lojas, livrarias, etc., o *stock* existente pode ter um efeito positivo na procura dos consumidores, considerando-se que grandes níveis de *stock* podem aumentar as vendas. Foi formulado um modelo de maximização dos lucros. Compreendeu-se que, para dois produtos com lucros idênticos, o ideal é fazer encomendas em simultâneo para que cheguem também ao mesmo tempo. Estes autores também concluíram que é preferível uma política de inventário que deixe o *stock* terminar, exceto em casos onde há uma pequena taxa de substituição com altos lucros e baixos custos de manutenção. Por outro lado, foi possível perceber que, comparando os resultados quando a procura é dependente do stock e quando é constante, para o primeiro caso há um aumento no lucro do retalhista. Assim, compreende-se que tanto o efeito da substituição como da estimulação da procura devem ser tidos em conta nas decisões de inventário (Krommyda et al., 2015).

Uma outra abordagem que é também bastante interessante é a de Yadavalli, Sundar, & Udayabaskaran (2015) que considera a gestão de inventários em catástrofes no que toca a produtos perecíveis. Estes itens perecíveis são armazenados caso sejam necessários em situações de emergência.

Para a sua análise, Yadavalli et al., (2015) consideraram um modelo de revisão contínua para dois produtos substitutos. A encomenda é realizada para os dois produtos quando a soma dos seus níveis de *stock* atinge um nível pré-estabelecido e os dois são reabastecidos até ao máximo sendo esse reabastecimento instantâneo. Nos modelos desenvolvidos foram obtidas as medidas de desempenho relativamente à procura atendida, à procura substituída, à procura perdida e ao intervalo entre reabastecimentos. Como conclusões compreendeu-se que à medida que o tempo médio de validade diminui, a taxa média de reabastecimento aumenta tanto para o produto 1 como 2; à medida que o tempo médio de validade diminui, a taxa média de procura é satisfeita tanto para o produto 1 como 2; à medida que o tempo médio de validade diminui, a média de procura perdida diminui tanto para o produto 1 como para o produto 2; à medida

que o tempo médio de validade do produto 1 diminui a taxa de procura de 1 substituída pelo produto 2 aumenta e a taxa de procura de 2 substituída pelo produto 1 diminui e vice-versa. É notório que, neste tipo de produtos, são os tempos médios de validade que controlam o fluxo de procuras pelos produtos (Yadavalli et al., 2015).

3.2.1. Áreas de Decisão

Através da utilização de vários mecanismos de substituição, podemos nomear quatro áreas de decisão relativamente aos produtos substitutos:

3.2.1.1. Planeamento de uma gama

O planeamento de uma gama é definido como um conjunto de produtos substituíveis para fazer parte de um cabaz que geralmente representa uma categoria de produtos homogénea. Para que este processo seja simples, os preços dos itens são fixos e as decisões são binárias, ou seja, ou se decide que o produto vai fazer parte do cabaz ou não. Assim sendo, o retalhista deve decidir quais os itens a fazer parte do cabaz assim como a quantidade de cada um. Esta escolha tem que ser feita tendo em consideração aspetos como o espaço e o orçamento que o retalhista possui, já que muito dificilmente este conseguirá ter capacidade para possuir uma gama completa de produtos (Ryzin & Mahajan, 1999).

A verdade é que possuir uma gama completa de produtos traz custos avultados para o retalhista e, com a redução da gama de produtos, este acaba por conseguir maximizar o seu lucro com uma menor variedade dos mesmos.

3.2.1.2. Decisão de Inventário

Os produtos substitutos são vantajosos principalmente porque permitem que os decisores tenham maior flexibilidade tanto no inventário como no tamanho dos seus

lotes. É importante que estes estudem e planeiem a escolha de inventário tendo em conta a possível procura por parte dos consumidores (Shin et al., 2015).

3.2.1.3. Decisão do preço

Os preços de produtos substitutos são estudados há já largas décadas. A política de preços dinâmica e a discriminação de preços combinada com a repartição da capacidade disponível de armazenamento altera a composição do cabaz assim como os níveis de *stock* de cada produto. Os mesmos produtos ou serviços podem apresentar preços diferentes devido às diferentes condições e restrições a que são sujeitos (Shin et al., 2015).

O preço e o nível de serviço de um produto são fatores importantes para a tomada de decisão de compra de um cliente. Estes dois fatores interagem acabando por determinar a procura de cada item da mesma categoria.

3.2.1.4. Planeamento de Capacidade

Nos típicos problemas de inventário, a capacidade assume-se como não tendo restrições para fazer face à procura. Assim, assume-se que será sempre possível adquirir o lote económico, e que existe espaço físico para acolher todas as unidades que, em cada momento, corresponderem ao nível de *stock*. No entanto, nos modelos de planeamento de capacidade, uma empresa tem uma capacidade limitada, e esta é considerada como uma ferramenta para responder à incerteza da procura.

Assim sendo, os modelos de produtos substitutos para o planeamento da capacidade são uma extensão dos modelos de planeamento de inventário e devem ser entendidos como uma generalização da decisão de inventário em produtos substitutos. O preço é normalmente incorporado nas variáveis de decisão e a utilização da capacidade é otimizada alterando os preços desses mesmos produtos, tendo em conta o fato de que a procura de um produto não depende

apenas do seu próprio preço, mas também dos preços de produtos substitutos (Shin et al., 2015).

Para além destes quatro aspetos a ter em conta, também é importante falar sobre os critérios para classificar produtos substitutos. Segundo Shin et al., (2015) há três critérios para os classificar nomeadamente: mecanismos de substituição, decisor de substituição (foi adotado este termo para indicar a parte ativa no planeamento de decisões para produtos substituíveis) e direção da substituição.

3.2.2. Mecanismos de substituição

Podemos dividir os mecanismos de substituição em três tipos que a seguir se detalham.

3.2.2.1. Substituição baseada na variedade incorporada nos modelos de escolha estática e dinâmica

Nos modelos de escolha estática a escolha do consumidor é independente das alternativas ao seu dispor. Se o cliente escolher algo que não está na variedade de produtos disponíveis há duas opções. Ou a venda é perdida ou é cancelada até que o produto desejado esteja novamente disponível (Shin et al., 2015).

Neste tipo de modelos, a substituição efetiva acaba por nunca se realizar embora existam bastantes regras que podem ser aplicadas na escolha dentro de uma gama. Este é um mecanismo de substituição baseado numa gama de modelos de escolha estática.

Se a escolha do consumidor for dinâmica, a primeira escolha indisponível é substituída por uma que esteja disponível seguindo, desta forma, uma sequência baseada na variedade de escolha que o retalhista possui. Este tipo de escolha traz problemas para os retalhistas, já que é necessário criar uma variedade ideal de produtos e correspondentes níveis de *stock* (Pentico; 1976; apud Shin et al., 2015).

Para facilitar o estudo dos modelos dinâmicos, por norma, fixa-se um conjunto de alternativas com regras em vários níveis. Isto implica que o cliente escolhe um item que esteja disponível ou não efetua a compra, já que a sua preferência não se encontra disponível.

Para operacionalizar a substituição baseada na variedade num modelo, o comportamento da escolha dos consumidores deve ser considerado *à priori*, assim como um conjunto de parâmetros que representam as preferências de um cliente, expresso por todas as comparações entre pares e entre as alternativas numa única categoria de produto (Shin et al., 2015).

3.2.2.2. Substituição baseada no inventário (na falta de *stock*)

A substituição nos modelos de escolha estática normalmente ocorre de forma a que todos os produtos que fazem parte da variedade existente sejam substitutos, ainda que o item desejado pelo cliente esteja disponível. Neste caso, a substituição é uma decisão única e não pode ser distinguida de uma escolha (Shin et al., 2015).

A variedade de opções existentes é decidida pelo retalhista que toma em atenção as anteriores relações de preferências dos clientes, assim como as taxas de procura individual de cada produto.

Segundo estudos de Mahajam and van Ryzin (1999), nem todos os clientes que encontram indisponível a sua primeira escolha optam por outro item. Apenas aqueles que encontram substitutos relevantes é que substituem pela sua alternativa inicial.

Desta forma, é possível compreender que o inventário é definido pelo conjunto de opções possíveis de serem substituídas. A falta do item preferido não significa necessariamente a falta de *stock*. Pode apenas significar que o retalhista preferiu não incluir esse item na sua gama de produtos. Esta falta de produtos pode levar a dois tipos de problemas, nomeadamente a substituição baseada na gama de produtos existentes e a substituição baseada no inventário. Por norma, a segunda opção é a mais utilizada.

Usualmente, quando um produto está indisponível, os consumidores aceitam a opção alternativa até que a primeira seja reposta. Se todas as alternativas estiverem fora de *stock* o lucro do retalhista diminui (Shin et al., 2015).

3.2.2.3. Substituição baseada no preço

Com a competição feroz presente nos dias de hoje, é importante que as empresas encontrem estratégias para se distinguirem da concorrência. Desta forma, as organizações são obrigadas a repensar as suas estratégias de preço e vendas. O que acontece em muitos setores da indústria é as empresas oferecerem aos seus clientes linhas de produtos diferenciados que, na maioria das vezes, são perecíveis e substitutos.

Para ser possível conhecer a procura destes itens, as empresas adotam uma estratégia de gestão de preços dinâmicos com o objetivo de maximizar os lucros. Assim, é possível compreender que a substituição baseada no preço é orientada pelo preço do item ao invés das suas características (Shin et al., 2015).

Ao usar este mecanismo como variável é possível não só caracterizar os benefícios e excedentes totais, mas também identificar o preço de equilíbrio para maximizar as receitas e lucrar com o uso de funções sensíveis da procura.

Por outro lado, como as procuras individuais de produtos substitutos são vinculadas às escolhas dos consumidores, os gestores devem determinar uma base de estratégia de preços conjunta. Por exemplo, um hotel tem vários tipos de quartos que diferem nas comodidades e conforto. Neste caso, a procura para um tipo de quarto depende não apenas do preço, mas também das características do mesmo. Assim sendo, o hotel necessita de perceber a escolha que os clientes fazem perante a gama de produtos (neste caso os tipos de quarto) e, assim, determinar os preços de cada quarto (Akçay, Natarajan, & Xu, 2016).

Nesta abordagem, a utilidade do cliente é muitas vezes expressa como sendo a desutilidade na função procura dependente do preço. Um pressuposto desta abordagem é que os consumidores podem escolher entre variadas opções de itens

discriminados por preço, apesar de serem idênticos. Exemplo disto são as companhias aéreas que têm vários voos para o mesmo destino durante um dia e, embora o serviço seja idêntico, os bilhetes têm preços distintos (Shin et al., 2015).

No entanto, esta abordagem tem uma grande limitação. Muitos modelos de substituição baseados no preço têm uma grande dificuldade em lidar com a gestão de receitas.

Na organização em análise, Fábrica das Tintas 2000, a substituição é maioritariamente baseada no preço. De forma a conseguir maximizar os lucros com a diminuição dos custos é, muitas vezes, importante substituir determinadas matérias-primas por outras idênticas e mais baratas. Para além disso, esta é também uma característica importante para que seja possível haver alguma negociação com os atuais fornecedores relativamente aos itens que lhes adquirem.

3.2.3. Decisor de substituição

3.2.3.1. Decisão orientada pelo fornecedor

Um fornecedor deve planear a sua produção tendo em consideração a substituição da matéria-prima necessária. Esses substitutos têm que ser equivalentes ao produto original em todas as suas características, estando em conformidade com as especificações necessárias. Neste modelo, é o fornecedor que decide a gama e o *stock* de substituição tendo em conta a disponibilidade do produto, preferências do cliente e taxas de procura pressupondo-se que os clientes aceitam os substitutos.

O objetivo deste modelo é o de maximizar a receita ou lucro das várias ofertas de produtos, entrando em linha de conta com a variável preço. Um produto com preço mais elevado e melhor desempenho pode substituir um cujo desempenho seja mais baixo. No entanto, isso poderia levar à redução de lucro (Shin et al., 2015).

Considerando a existência de dois produtos substitutos, podemos determinar a quantidade ótima a encomendar (lote económico) comparando os custos totais em três situações distintas, nomeadamente quando não há substituição, quando a substituição é total e quando a substituição é parcial. A principal conclusão é de que a substituição total dos produtos não permite minimizar o custo ao máximo. Assim sendo, esta só acontece quando os consumidores estão disponíveis para aceitar a substituição pelo substituto preferido estar fora de *stock* (Drezner, Gurnani, & Pasternack, 1995).

Desta forma, Drezner et al. (1995) concluíram que existem estratégias ótimas de substituição parcial apesar de apenas uma fração dos clientes terem acesso à escolha substituta preferida.

3.2.3.2. Decisão orientada pelo consumidor

A decisão orientada pelo consumidor é diferente da atrás descrita visto que é feita por diferentes entidades, sendo adotado um modelo que é dividido em duas etapas.

Inicialmente, o fornecedor decide a gama de produtos assim como o nível de *stock* de cada produto tendo em conta o preço unitário. De seguida, caso o produto desejado esteja fora de *stock*, o consumidor escolhe um substituto (Shin et al., 2015).

Um exemplo deste tipo de substituição é o que acontece num restaurante quando um cliente pede um prato da carta que não está disponível e, por isso, tem que escolher outro (X. Chen, Feng, Keblis, & Xu, 2015).

3.2.4. Direção da substituição

A substituição de um produto pode classificar-se em dois tipos, segundo a sua direção. Podemos considerar a substituição unidirecional e a substituição bidirecional.

A substituição unidirecional acontece quando podemos substituir o item A pelo item B, mas o contrário não se verifica. Este tipo de substituição é normalmente aplicado a modelos de utilidade (Shin et al., 2015).

A substituição unidirecional tem como propriedade a sua direção que pode ser ascendente ou descendente. A substituição unidirecional ascendente verifica-se quando produtos de alta qualidade são substituídos por produtos de qualidade inferior. Já a substituição unidirecional descendente acontece quando se verifica o inverso (Duenyas & Tsai, 2000 apud Shin et al., 2015).

Relativamente à substituição bidirecional esta refere-se à situação em que o item A pode ser substituído pelo item B e vice-versa. Esta ocorre entre itens cujos atributos ou utilidades sejam equivalentes. Nestes modelos, as taxas de substituição são executadas em função dos preços dos substitutos com o objetivo de facilitar a previsão do comportamento de substituição dos clientes (Shin et al., 2015).

3.2.5. Tipos de Substituição

No mercado, as marcas competem entre si para se posicionarem o melhor que conseguem. No entanto, há produtos de marcas distintas que são perfeitamente substituíveis entre si. Por esta razão, no mercado alimentar ou do retalho, de uma forma geral, mesmo que um consumidor tenha preferência por uma marca, quando esta se encontra fora de *stock*, acaba por escolher um produto substituto de uma outra marca. A este tipo de substituição damos o nome de substituição horizontal.

Por outro lado, a substituição dentro da marca também acontece quando a primeira escolha do consumidor não se encontra disponível e este acaba por escolher outro produto dentro da mesma marca. Isto acontece, sobretudo, nas marcas possuidoras de uma ampla gama de produtos. A este tipo de substituição damos o nome de substituição vertical e acontece sobretudo quando há lealdade à marca (Ye, 2014).

Para Ye (2014), e tendo por base a literatura existente, podemos dividir a substituição vertical em substituição unidirecional (acontece quando um produto de alta qualidade pode substituir um de qualidade inferior, mas o inverso não acontece) e substituição bidirecional (quando o produto de qualidade superior e inferior se podem substituir mutuamente. Também podemos dividir a substituição horizontal em duas subclasses nomeadamente em substituição centralizada, onde todos os produtos são geridos por um gestor, ou uma substituição descentralizada onde cada produto é gerido por um gestor independente.

No caso da Fábrica das Tintas 2000 verifica-se uma substituição horizontal centralizada. Visto não se pretender ter menor qualidade, mas sim melhor preço faz-se negociação entre os vários fornecedores (marcas) sendo todas as decisões tomadas pela diretora do departamento de compras.

3.3. Análise ABC

Na atualidade, as empresas produtoras são possuidoras de inventários com grande variedade de itens. A gestão desses inventários pretende, em primeira instância, responder a duas questões, nomeadamente quando fazer encomendas e qual a quantidade a encomendar. Para responder a essas questões é necessário analisar a procura e o *lead-time*, como já foi explicado anteriormente.

No entanto, alguns autores consideram que fazer essa análise para cada item e de uma forma contínua é uma tarefa muito custosa, acabando por não ser eficiente nem económica (Ravinder & Misra, 2016).

Posto isto, a análise ABC constitui uma ferramenta de gestão de extrema importância no planeamento e no controlo das quantidades de itens em *stock*.

A análise ABC é amplamente utilizada como uma técnica de gestão de inventário com o objetivo de classificar os SKUs (*Stock-keeping units*) dentro de vários grupos que têm diferentes níveis de importância no inventário. Este processo de agregação dos diferentes itens irá reduzir dramaticamente o número de SKUs

e, conseqüentemente, a atenção excessiva na gestão do inventário (Y. Chen, Li, & Liu, 2008).

Esta análise baseia-se no Princípio de Pareto cujo autor é o economista Vilfredo Pareto, remontando ao século XIX. Este realizou um estudo relativo à riqueza em Itália tendo concluído que não estava distribuída uniformemente. Afirmou que 80% da riqueza pertencia a 20% da população.

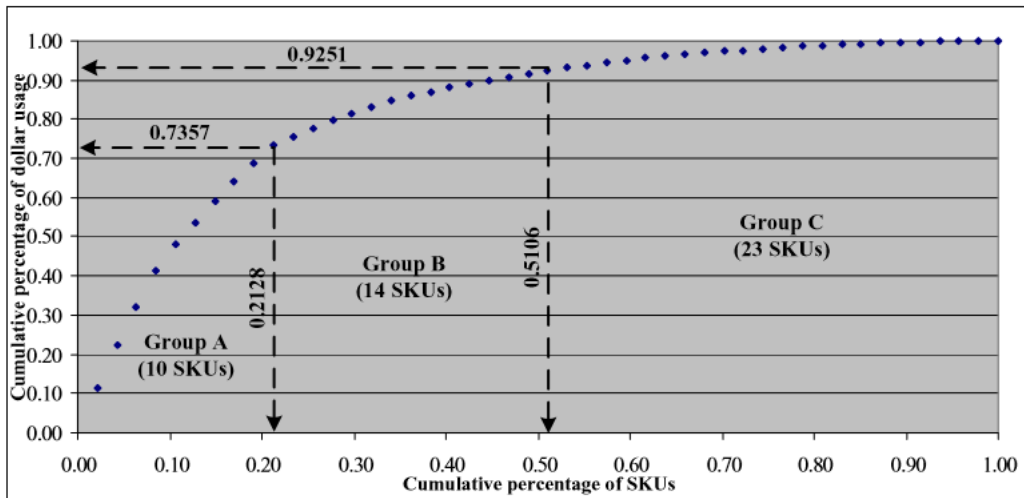
Este princípio pode também aplicar-se na esfera empresarial mostrando que uma pequena margem de itens representa uma grande percentagem dos custos e um grande número de itens representa uma pequena margem dos custos.

A análise ABC classifica os diferentes itens do inventário em categorias nomeadas A, B e C que são baseadas no chamado uso anual do dólar (ADU). O uso anual do dólar é calculado multiplicando o valor do dólar por unidade pela taxa de uso anual (Yu, 2011).

Assim sendo, os SKUs mais importantes são colocados no grupo A onde a procura exige uma maior atenção e esforço da gestão. Já os SKUs menos importantes e que necessitam de menos atenção são colocados no grupo C. Os restantes SKUs pertencem ao grupo B (Y. Chen et al., 2008).

Esta classificação vai permitir perceber que uma pequena proporção de SKUs é responsável pela maior parte do orçamento investido, aplicando-se assim o Princípio de Pareto (que também pode ser chamado de regra 80-20).

De uma forma geral, o procedimento utilizado para fazer uma análise ABC resume-se nos seguintes passos. Primeiro, seleciona-se o critério para classificar os SKUs. O critério usualmente escolhido é o ADU. De seguida, recolhem-se as informações e calcula-se o ADU para cada SKU utilizando a fórmula já explicada. Depois organizam-se os SKUs por ordem decrescente pelo ADU. Calcula-se a percentagem cumulativa dos SKUs assim como a correspondente percentagem cumulativa dos ADUs. Por fim, determinam-se os limiares de cada grupo e agrupam-se os SKUs de acordo com as regras estabelecidas (Y. Chen et al., 2008).



Fonte: (Y. Chen et al., 2008)

Figura 1: Curva da distribuição do uso do dólar

Apesar de ser uma metodologia de fácil utilização, é-lhe apontada uma crítica nomeadamente o facto de só utilizar o ADU ou equivalentes. Com a utilização deste critério, pode enfatizar-se demais a importância de itens com custos elevados, e cuja importância não é tão elevada, assim como o subestimar itens com baixos custos (Flores, Olson, & Dorai, 1992). Obviamente que os atributos de um SKU têm um papel relevante no grupo onde pertencem. Por exemplo, se dois SKUs são idênticos exceto no facto de um ser fácil de substituir enquanto que o outro é único e possui apenas um fornecedor, é de fácil compreensão que o SKU com mais capacidade de substituição necessita de menos atenção por parte da gestão de *stock* (Y. Chen et al., 2008).

De forma a reverter esta crítica, vários autores propuseram novos métodos onde consideraram vários critérios como, por exemplo, o *lead-time*, a obsolescência, a durabilidade, os custos de inventário e outros requisitos de tamanho que também são importantes para a classificação do inventário e que muitas vezes são ignorados. O que mais se destacou foi o de Flores and Whybark (1987), chamado método da matriz bi-critério. Esta nova abordagem consiste em selecionar um outro critério para conjugar com o critério do uso anual do dólar. De

seguida os SKUs são divididos pelos três níveis de importância para os dois critérios aplicados. Após aplicar este método, surgem novas categorias, nomeadamente AA, BB, CC de acordo com novas regras de junção que se apresentam na tabela seguinte (Y. Chen et al., 2008).

		Another Critical Criterion		
		A	B	C
Dollar Usage	A	AA	AB	AC
	B	BA	BB	BC
	C	CA	CB	CC

Fonte: (Y. Chen et al., 2008)

Figura 2: Matriz de dois critérios

Apesar de este método resultar eficazmente com a utilização de dois critérios, o mesmo já não se verifica com a utilização de três ou mais critérios. Com a utilização de mais critérios, a matriz fica demasiado complexa para ser possível fazer avaliações de forma coerente e correta (Yu, 2011).

A análise ABC uni critério é regularmente utilizada nas Tintas 2000 com o objetivo de facilitar a gestão do inventário. Como a organização é possuidora de matérias-primas em número bastante elevado e pelo facto de muitas delas não serem utilizadas regularmente, não é necessário dar a mesma atenção a todas as matérias-primas. Desta forma, a análise ABC é importante para ser fácil perceber quais os itens em que é necessário controlar o seu *stock* de forma mais regular evitando o gasto de recursos humanos nesta tarefa.

Também é possível conjugar este tipo de análise com os modelos de gestão de *stocks* referidos nas secções 3.1 e 3.2. Como já foi dito anteriormente, os artigos colocados na classe C não necessitam de muita atenção por parte do gestor de *stocks* sendo possível aplicarmos a esta categoria, por exemplo, o modelo de reposição instantânea com rutura de *stock* que atrás foi mencionado. Como estes itens são pouco utilizados, o facto de haver rutura não traz grandes prejuízos para

a empresa, podendo mesmo chegar a ser benéfico uma vez que liberta espaço de armazenamento para outras matérias-primas mais importantes.

Por outro lado, os itens que foram incluídos na categoria A necessitam de uma atenção redobrada uma vez que não podem entrar em rutura com a consequência de haver perda de clientes se isso acontecer. Assim sendo, para esta categoria aplicar-se-ia um modelo de revisão contínua de forma a que o seu *stock* seja permanentemente tido em atenção, e garantindo uma baixa probabilidade de rutura durante o *lead-time*.

A análise ABC não se aplica apenas às matérias primas, mas também aos clientes, permitindo-nos perceber quais os melhores clientes da Fábrica e até o tipo de produtos que adquirem. Tal como acontece com as matérias-primas, também na análise dos clientes se verifica, muitas vezes, que 20% dos clientes são responsáveis por 80% da faturação da empresa. Desta forma também é interessante perceber que se as matérias primas colocadas no grupo A são as mesmas que são utilizadas nos materiais adquiridos pelos clientes também colocados no grupo A. A junção da análise ABC para os produtos e clientes pode inclusivamente ser interpretada como uma concretização da matriz de dois critérios já referida. Se tivermos uma conjugação de AA em ambos os casos estamos na presença de produtos em que deveremos garantir elevados níveis de serviço, com as implicações que daí derivam para a política de gestão de *stocks*.

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

4. Descrição das tarefas desempenhadas

O estágio curricular decorreu na Fábrica das Tintas 2000, S.A. tendo-se iniciado no dia 3 de fevereiro de 2020 e terminado a 9 de junho do mesmo ano. O estágio realizou-se no departamento de compras sob a supervisão da Dr^a Maria José Carvalho, diretora do departamento.

O estágio tinha como principal objetivo colaborar com o departamento de compras na gestão e análise de matérias-primas de forma a melhorar o processo de compras e de tomada de decisão das mesmas.

De uma forma mais específica, eram inicialmente tarefas definidas pela entidade: a análise de *stocks*, o acompanhamento e pesquisa de novos fornecedores e negociação de preços, a realização de encomendas e receção das mesmas e a conferência de faturas. Também estava planeada a passagem pelos departamentos de contabilidade/financeiro e de recursos humanos com o intuito de ter contacto e conhecer todo o processo.

O estágio teve início com o conhecimento da plataforma informática utilizada nas Tintas 2000, nomeadamente o SageX3, tendo sido tomada consciência, ao longo das duas primeiras semanas, dos procedimentos necessários à sua correta utilização.

As quatro empresas pertencentes ao Grupo das Tintas 2000 utilizam o mesmo sistema informático de forma a estarem interligadas e haver mais facilidade na comunicação.

A primeira tarefa desempenhada na empresa passou pela conferência de faturas. De uma forma mais detalhada, esta tarefa passava pela receção de faturas via e-mail ou correio, procurar a guia de transporte e requisição de compra arquivadas no momento da receção da encomenda e, por fim, conferir os preços e quantidades nos documentos anteriormente referidos para perceber se tudo foi faturado de acordo com as negociações anteriormente feitas. Feita esta tarefa, os três documentos são anexados, assinados e enviados para a contabilidade.

Se, por algum motivo, a fatura não tiver chegado até ao dia 10 do mês seguinte à sua data, é necessário contactar, por via telefónica, os fornecedores para que a enviem o mais rapidamente possível de forma a ser possível fazer-se o fecho do mês. Esta tarefa também foi da minha responsabilidade durante a duração do estágio.

Por outro lado, também era tarefa diária fazer o *download* no SageX3 da folha das necessidades que contém todos os fabricos programados. Neste documento aparecem todas as matérias primas necessárias para os fabricos programados até à data. Para além disso, também nos dá conta da quantidade em *stock*, a quantidade que vai ser utilizada nos fabricos, o último fornecedor a quem se fez a encomenda e se já há encomendas feitas e a data de receção das mesmas. Com isto é possível perceber se há matérias primas em rutura ou se alguma vai ficar em rutura depois de produzidos os fabricos ou se é necessário antecipar alguma encomenda já lançada. Com isto é possível controlar os *stocks* existentes e planear encomendas com prazos mais alargados.

Aquando da receção de uma encomenda, é necessário dar entrada dela no sistema. Era minha tarefa fazê-lo. Assim, quando chegava uma encomenda, esta era lançada através do sistema de *picking* pelo trabalhador que descarrega a mesma e, quando me era entregue a guia de transporte, era necessário seleccionar no sistema a encomenda correspondente, confirmar a quantidade e completar com o lote e o número da guia de transporte. Depois disso, imprimia a requisição de compra que anexava à guia de transporte e arquivava para mais tarde poder conferir com a fatura, como já expliquei anteriormente.

Pelo facto de dia 13 de março o estágio ter ficado suspenso devido à situação vivida resultante da pandemia Covid-19, foram estas as tarefas que executei na Fábrica das Tintas 2000. Uma vez que o período de tempo que lá permaneci foi curto, apenas tive oportunidade de me ambientar à organização e aos seus métodos de trabalho, perceber como era o seu dia-a-dia e realizar algumas tarefas mais simples. Seria a partir do momento em que o estágio foi

suspenso que me seriam dadas tarefas de maior responsabilidade e autonomia. Acabei por também não ter oportunidade de passar por outros setores que considero serem de bastante interesse e onde poderia aplicar mais conhecimentos adquiridos durante o mestrado e licenciatura.

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

5. Análise Crítica

Para a conclusão do Mestrado em Gestão a realização de um estágio curricular era uma das opções. Optei pela realização do mesmo por considerar que era muito importante ter contacto direto com o mundo empresarial.

Com o estágio teria oportunidade de aplicar conceitos aprendidos durante o mestrado e licenciatura num Grupo com alguma dimensão. Para além disso, também permitiria desenvolver algumas *soft skills* de extrema importância no mundo do trabalho.

Ao longo do período de estágio, e tendo em conta a área em que o mesmo se inseria, foi possível por em prática mais especificamente matéria lecionada em algumas cadeiras curriculares como Gestão de Informação uma vez que, muitas vezes, é necessário recorrer ao *Excel* para apoio ao SageX3. Uma outra unidade curricular que teve bastante importância e cujos conhecimentos adquiridos foram aplicados foi Logística, mais concretamente a parte dos modelos de gestão de *stocks*.

Era também objetivo passar pela área financeira e de contabilidade onde seria possível aplicar alguns conceitos apreendidos em Finanças Empresariais e Contabilidade Financeira I e II (que são obrigatórias na licenciatura em Economia).

O estágio foi suspenso dia 13 de março uma vez que a entidade considerou que não estavam reunidas as condições de segurança para os estagiários continuarem a executar as suas tarefas, visto que a fábrica se encontra num dos locais mais atingidos pela pandemia. Também considerou que as tarefas desempenhadas não se adaptariam ao regime de teletrabalho, não sendo por isso uma opção viável.

Assim sendo, o estágio curricular ficou altamente comprometido, acabando por não ser possível pôr em prática tudo aquilo que se previa inicialmente.

Uma vez que o tempo efetivo do estágio foi um mês e onze dias, apenas tive oportunidade de me ambientar à Fábrica das Tintas 2000 e, mais concretamente,

aos procedimentos efetuados no departamento das compras tendo desempenhado algumas tarefas mais simples.

Com isto não foi possível adquirir todos os conhecimentos e experiências que seriam expectáveis, como já referi anteriormente.

Porém, e apesar de todas as adversidades, considero que o estágio foi importante no que toca ao desenvolvimento profissional e pessoal.

A nível profissional, foi possível compreender o mundo empresarial e a forma como ele funciona. Desenvolvi várias competências muito importantes como a comunicação com o outro, a concentração e foco e a capacidade de explorar e encontrar soluções autonomamente.

Algumas considerações de melhoria para o Grupo das Tintas 2000, tendo em conta a minha experiência, podem ser levadas a cabo tendo em conta a melhoria dos processos e produtividade.

A comunicação interna poderia ser melhorada de forma a não haver incoerências nos inventários e, desta forma, não haver perdas de tempo para perceber onde se encontra a falha nos mesmos.

O planeamento dos fabricos também poderia ser feito com mais antecedência e de uma forma mais constante. Com isto, seria possível melhorar a gestão de *stocks*, acabando por rentabilizar os recursos humanos e assim melhorar a produtividade.

Por fim, resta dizer que, apesar de tudo, considero que o estágio realizado foi benéfico tendo sido uma porta para o mundo do trabalho.

6. Experiências Computacionais

Para a realização das experiências computacionais que vão ser descritas no decorrer deste capítulo foi tido como base o caso da *KEY Electronics* (Kraft, Chung, & Erhun, 2012), adaptando-o para a situação que gostaríamos de estudar e ilustrar nesta secção.

De uma forma muito geral, este caso fala-nos de uma empresa revendedora de artigos tecnológicos presente nos Estados Unidos da América (EUA) e que viu o seu crescimento estagnar. Para fazer face a essa estagnação, o México é considerado um dos países onde a expansão parece possível visto os clientes ainda valorizarem o atendimento personalizado e onde é vista como sendo uma loja eletrónica de ponta e com muita variedade.

A *KEY* já tem presença no México contando com 30 lojas e tendo o seu armazém na Cidade do México, no entanto, não conta com os melhores recursos e infraestruturas. Com o intuito de fortalecer a *KEY* no México foram feitas algumas melhorias. Foi implementada uma forte equipa de gestão assim como um sistema informático que permite a melhor gestão de inventário. Também foi aprovada a locação de um novo armazém ou de uma equipa de 3PL (*third-party logistics provider*).

A *KEY* possui três centro de distribuição nos EUA sendo o centro de distribuição de *West Coast* aquele que recebe todas as importações sendo fornecida em 89% por produtos provenientes da Ásia.

Relativamente ao armazém da cidade do México, este adquire cerca de metade dos produtos ao centro de distribuição de Oklahoma e a outra metade aos distribuidores locais do México. Os produtos adquiridos a distribuidores locais têm tipicamente um custo mais elevado e conseqüentemente uma margem menor, uma vez que os distribuidores mexicanos ficam com uma parte dos lucros.

Por outro lado, os produtos adquiridos aos EUA incorrem em altos impostos e estão sujeitos à prioridade que as lojas dos EUA têm e, por essa razão, a *KEY* do México é forçada a recorrer a distribuidores locais.

Assim sendo, uma possível solução é o estabelecimento de um canal direto com a Ásia de forma a reduzir a incerteza.

Porém, esta solução também traz alguns problemas. As importações dos EUA e Ásia estão sujeitas a elevadas taxas. Também é necessário considerar uma lei que faz referência aos rótulos de origem Americana e Asiática. A lei do México exige que todos os produtos importados para venda no México sejam rotulados segundo as “*Normas Oficiales Mexicanas*” garantindo que o produto importado foi verificado e que a licença para venda do produto no mercado mexicano foi obtida.

Com tudo isto, podemos perceber que há três canais de fornecimento:

- Importações dos EUA (mais concretamente de Oklahoma)

É usada a uma política de revisão periódica e foi estabelecido um acordo onde são feitas encomendas a cada duas semanas. Enquanto o processo não é melhorado a variabilidade mantém-se e, por essa razão, as encomendas podem demorar entre 11 e 17 dias.

- Distribuidores Locais

Neste caso é utilizada a revisão contínua uma vez que os pedidos de encomenda são facilmente processados e o *lead-time* é de 3 dias. No entanto, neste caso os itens apresentam um alto custo acabando por compensar a poupança do *lead-time*.

- Importações diretamente da Ásia

Aqui utiliza-se a revisão periódica uma vez que as encomendas são realizadas a cada quatro semanas. Com todos os processos pelos quais os produtos vindos da Ásia necessitam de passar, o *lead-time* é de 65 dias.

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

A		B	D		E	G		H
General			Lead Times/Replenishment (Days)			Order Costs (per SKU)		
2	Annual Holding Cost Interest Rate	25,00%	Asia		65	Asia		\$12,60
3			Asia (Std. Deviation)		7	US		\$4,86
4	Ocean Freight		OKC		14	Local		\$0,28
5	\$/Cubic ft	\$2,05	OKC (Std. Deviation)		1,3			
6			Local		3			
7	US Shipping					Labeling		
8	\$/lb (OKC to Border)	\$0,05	Mexico Shipping			Cost per unit (Asia)		\$0,02
9			\$/lb (Border to Mexico City)		\$0,09	Cost per unit (OKC)		\$0,14
10			\$/lb (Manzanillo to Mexico City)		\$0,12	annual license cost		\$1.000,00
11								
12								
13	1 mês	30,41667	dias					
14								
15								
16	Revisão Periódica							
17	US	14	dias					
18	Ásia	30,41667	dias					

Figura 3: Parâmetros

A Figura 3 apresenta alguns dos dados do problema, tal como se apresentam na folha *Excel* construída para este efeito.

Numa outra folha do *Excel* foram inseridos os dados referentes aos SKUs relativos ao México como se mostra na Figura 4.

SKU	KM Description	Item	Current Source	Weight (lbs)	Volume (Cubic ft)	Units/ Pallet	Sales Price (\$)	Local Base Unit Cost (\$)	US Base Unit Cost (\$)	Asia Base Unit Cost (\$)	Duty	P (não rutura)	Projected 2012 Mean Demand (Month)	Std Dev of Demand (Month)
2300105	BATERIA KY357	Batteries	KEY	0,10	0,016	1.000	1,33	0,80	0,41	0,40	18%	0,98	1.800	250
1609313	T.V. 25" SANYO	TV	Local	8,82	2,08	8	176,94	129,17	116,78	115,01	30%	0,98	115	95
2780211	CONECTOR F-59	Cable/Connector	KEY	0,01	0,043	350	1,18	0,66	0,38	0,37	10%	0,90	675	85
1709786	TEL CEL SONY Z200	Cellphone	KEY	0,60	0,13	128	142,22	128,00	108,09	106,67	35%	0,98	152	69
6300612	PURIFICADOR DE AIRE	Air Purifier	KEY	8,08	1,36	8	166,67	116,67	93,33	91,67	15%	0,95	125	45
1309034	KARAOKE JXOK5	Karaoke Machine	Local	16,50	3,50	4	138,89	108,33	75,00	73,61	50%	0,95	30	16
6509036	CALC.CIENT.SC OL153	Calculator	Local	1,23	0,20	80	18,28	10,42	8,46	8,30	25%	0,95	108	65
6109015	REGULADOR KOBLENZ BP1000	Surge Protector	Local	0,96	0,08	200	20,51	13,33	8,41	8,21	13%	0,95	540	270
4309113	TELEFONO ALAMBICO GONDOL	Telephone	Local	1,50	0,14	115	9,49	6,83	4,46	4,37	23%	0,98	910	334
2000234	RADIO FM YB400PE	Radio	KEY	3,00	0,16	100	174,39	148,23	120,33	118,58	20%	0,95	38	17

SKU Category	Description	Number of SKUs
13	Music	15
16	TV, DVD	10
17	Cell phones	20
20	Antennas, Short-wave radios	10
23	Batteries	50
27	Fuses, adapters	53
43	Telephones	12
61	Surge protectors	100
63	Gadgets	15
65	Calculators	15
Total		300

SKU Category (re-order)	Number of SKUs	
2300105	50	
1609313	10	
2780211	53	
1709786	20	
6300612	15	
1309034	15	
6509036	15	
6109015	100	
4309113	12	
2000234	10	
Total		300

1 SKU Category = First two digits of SKU number

Figura 4: SKUs do México

Quando nos referimos à P (não rutura) falamos da probabilidade de não rutura durante o *lead-time*.

Depois de todos os dados inseridos, foram aplicados modelos clássicos com o objetivo de perceber qual o fornecedor com o qual se incorria num menor custo e, por isso, aquele que devia ser escolhido.

Para calcular o Custo Anual Total foi necessário calcular o lote económico (EOQ) e o *stock* de segurança que, por sua vez, fez com que fosse calculado o *Reorder Point* (ROP). Para ver todos os cálculos efetuados encontra-se em anexo a Figura 26 correspondente ao estudo considerando a política de revisão contínua para o fornecedor nos US e a Figura 27 correspondente à política de revisão periódica para o mesmo fornecedor.

Para os restantes países utilizaram-se as mesmas fórmulas exceto no cálculo do EOQ na revisão periódica do fornecedor local, considerando-se igual ao da revisão contínua. Isto acontece porque, neste caso, não é determinado *à priori* o tempo entre encomendas na política de revisão periódica e, por isso, este tempo é calculado pela fórmula do EOQ (que é igual à que se utiliza na revisão contínua).

Depois dos cálculos efetuados obtêm-se os resultados que se encontram em anexo nas figuras 28 a 33.

Como é possível perceber pelos resultados obtidos (que se encontram em anexo), em todos os itens há menores custos na revisão contínua do que na revisão periódica, o que já era expectável uma vez que esta política de gestão de *stocks* leva a um aumento do *stock* de segurança exigido, e não estão a tirar partido de outro tipo de economias de escala, pois não se consideram encomendas conjuntas de vários produtos.

Relativamente ao fornecedor a eleger, a *KEY* deve escolher entre a Ásia e o fornecedor local consoante o artigo, pois os custos mais baixos variam entre estes dois fornecedores dependendo do item.

Com o intuito de perceber a influência que a imposição, por parte dos fornecedores, de um período entre encomendas tem, foi-se tentar perceber se os períodos impostos neste caso fariam muita diferença, em termos de custos, para os clientes. Isto significa calcular os custos totais associados à política de revisão periódica, mas calculando o tempo entre encomendas tendo em conta o lote económico.

Como podemos ver pelas figuras 34 e 35 (em anexo) a revisão contínua continua a ser melhor do que a revisão periódica. No entanto, dentro da revisão periódica, é notório que, para a grande maioria dos produtos, os custos totais seriam mais baixos se fossem utilizados os tempos entre encomendas ótimos. Para os itens em que isto não acontece, as diferenças entre custos são muito pequenas, e podem dever-se a questões de arredondamentos.

Gostaríamos ainda de verificar a influência que a substituibilidade entre produtos poderia ter em termos de custos e probabilidade de satisfação da procura. Assim, considerou-se a primeira referência apresentada nos dados, e assumiu-se que seria possível obter esta referência a partir de dois fornecedores diferentes. Eles são praticamente iguais entre si. Para que se distingam, vamos denominá-los produtos A e B. O produto A é fornecido pelo fornecedor da Ásia enquanto o produto B é fornecido pelos EUA. O produto A pode ser substituído pelo produto B, mas o contrário não se verifica (o cliente que vai à procura do produto A aceita adquirir o B caso o A esteja em falta).

Pretende-se agora perceber como é que os produtos substitutos influenciam o nível de serviço sendo possível perceber se, com menos *stock* (e menos custos), se consegue ter um melhor desempenho.

Os modelos clássicos de gestão de *stocks* não podem agora ser utilizados, até porque a partir do momento em que um produto é substituto do outro as procuras destes produtos não podem ser consideradas variáveis aleatórias independentes (a procura do produto que substitui depende da procura do produto que pode ser substituído).

Para este estudo vai utilizar-se a simulação de Monte Carlo. Esta é uma ferramenta de simulação que considera a distribuição de probabilidade associada a variáveis de entrada, e calcula o valor esperado e a dispersão de uma ou mais variáveis de saída (Zabawa et al., 2003).

São utilizados modelos dependentes de vários parâmetros que, quando processados por fórmulas matemáticas do modelo, resultam num ou mais *outputs*.

Os parâmetros de entrada dependem de vários fatores externos e, por isso, os modelos sujeitam-se a variações sistemáticas desses mesmos parâmetros, sendo mais realistas (Raychaudhuri, 2008).

De uma forma geral, para realizar uma simulação de Monte Carlo, começa-se por identificar uma distribuição estatística que podemos usar como fonte para cada parâmetro de entrada. De seguida, extraem-se amostras aleatórias de cada distribuição para representar os valores das variáveis de entrada. Para cada conjunto de parâmetros de entrada obtém-se um conjunto de parâmetros de saída (*output*) sendo este um cenário de resultado específico na simulação. Por fim, recolhem-se esses *outputs* resultantes das várias simulações para os analisar estatisticamente (Raychaudhuri, 2008).

Nas experiências computacionais aqui mostradas vai ser utilizado o *software* *Argo* para a realização da simulação de Monte Carlo.

Começou-se por ir retirar à primeira folha de cálculo, que anteriormente foi mostrada, os dados relativos à procura e *lead-time* dos dois países.

ASIA		US	
Procura diária		Procura diária	
média	59	Média	59
desvio padrão	45	Desvio padrão	45
<i>lead-time</i>		<i>Lead-time</i>	
médio	65	Médio	14
desvio padrão	7	desvio padrão	1,3
EOQ	2014	EOQ	1148
ROP	3987	ROP	1021

Figura 5: Dados Ásia e EUA

Para a construção da folha considerou-se um ano (365 dias).

A folha de dados da simulação encontra-se em anexo assim como os cálculos efetuados (figura 36 e 37).

Cada linha da folha de cálculo construída inicia-se com a indicação se, nesse dia, chega ou não uma encomenda. Assume-se que as encomendas chegam ao início do dia, e que as respetivas quantidades ficam imediatamente disponíveis para satisfazerem a procura que venha a existir nesse dia. Para isso, utilizou-se a função “Contar.se” que vai ver se na coluna “Chega no dia” se encontra o dia em que nos encontramos e, assim, dar-nos o número de encomendas que vão chegar nesse dia.

O *stock* inicial em cada dia é igual ao *stock* final do dia anterior mais quantidade que chega (se for o caso). A coluna seguinte apresenta a posição de *stock* que é igual à posição final de *stock* do dia anterior. É aqui importante lembrar que o que interessa para decidir quando se faz a encomenda é a posição de *stock* (que considera as encomendas já feitas e ainda não recebidas) e não o nível de *stock*.

De seguida temos a procura. Através do *Argo* é possível gerar uma procura aleatória para cada dia, de acordo com uma distribuição normal, tendo em consideração a sua média e desvio-padrão. Na coluna seguinte arredondou-se essa procura gerada e, caso a mesma seja negativa, considerou-se ser zero.

Depois disso é necessário perceber se existe *stock* para satisfazer a procura. Para isso utiliza-se a função “Se” que nos vai dar o valor da procura que é satisfeita.

De seguida encontramos uma coluna com o *stock* final que é a diferença entre o *stock* inicial o *stock* que foi utilizado nesse dia. Depois disto calcula-se novamente a posição de *stock* através da diferença entre a posição de *stock* no início do dia e o *stock* gasto durante o dia. Se a posição de *stock* for menor que o ponto de encomenda (ROP) é necessário fazer uma encomenda. Posteriormente calcula-se de novo a posição de *stock* onde, caso haja uma encomenda, a mesma já tem que ser incluída.

Se for realizada uma nova encomenda é necessário saber quanto tempo vai demorar a chegar. Uma vez que também existe incerteza no *lead-time*, utiliza-se de novo o *Argo*, que vai gerar um *lead-time* aleatório, seguindo uma distribuição

normal, com a respetiva média e desvio padrão. Depois disto é necessário ter uma coluna com o cálculo do dia em que chega a encomenda.

Posteriormente temos uma coluna que calcula as unidades em rutura, onde se utiliza de novo a função “Se” pedindo que, se houver uma rutura, nos devolva o número de unidades (que se encontra subtraindo a procura satisfeita à procura diária) e, se não houver rutura, nos devolva zero. Caso haja rutura, é necessário perceber se houve substituição ou não. Considera-se que existe uma dada probabilidade desta substituição, sendo assim considerada a geração de um número aleatório que vai determinar se existe ou não substituição do produto A pelo produto B.

Temos uma coluna com a disponibilidade do produto B, que é igual à disponibilidade existente deste produto no final desse dia. Assume-se que apenas se disponibilizam unidades para substituir a falta do produto A depois de satisfeita a procura, nesse dia, do produto B. Assim, a verdadeira rutura é aquela que já considera a possibilidade desta substituição existir. Para se calcular esta verdadeira rutura utiliza-se mais uma vez a função “Se”. Se não houver substituição, a verdadeira rutura é igual à calculada anteriormente. Caso contrário, se a procura for menor que a disponibilidade do produto B, não há rutura. Se não, a rutura é igual à procura menos a disponibilidade do produto B.

Por fim calcula-se a procura do produto B, como produto substituto de A. Se não houver rutura de A, é zero. Caso contrário, se a procura de A for inferior à disponibilidade de B, a procura de B é igual à de A. Se não, a procura de B é igual à disponibilidade de B.

Foi construída uma folha semelhante para o produto B, mas neste caso assumindo que este produto não é substituível (tendo em conta, na procura total, as unidades que servirão como substituto do produto A).

A simulação de Monte Carlo foi realizada com 50 iterações em todas as simulações. Começou-se por considerar a probabilidade de não rutura descrita no artigo.

Para perceber se a folha de simulação estava corretamente construída foi testada a taxa de substituição de 0%. Isto significa que não há substituição e, por essa razão, o nível de serviço teria de ser igual para o caso com substituição e sem substituição, o que, como se pode ver na figura abaixo acontece.

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	154,98	119	30864,71388
Nível de serviço (produto B)	0,993108265	0,994655396	5,95422E-05
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05
Procura em rutura c/substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05

Figura 6: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 0%

Depois de perceber que o modelo funcionava corretamente começou-se por considerar uma taxa de substituição de 25%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	154,98	119	30864,71388
Nível de serviço (produto B)	0,993108265	0,994655396	5,95422E-05
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05
Procura em rutura c/substituição (produto A)	23,28	0	4628,491429
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,998973957	1	9,00673E-06

Figura 7: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 25%

Como é visível, a variação do nível de serviço entre as duas situações é muito baixa, o que é normal uma vez que estamos a trabalhar com uma probabilidade de não rutura muito alta e uma taxa de substituição muito baixa.

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

Aumentando a taxa de substituição para 50% obtemos os seguintes resultados:

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	154,98	119	30864,71388
Nível de serviço (produto B)	0,993108265	0,994655396	5,95422E-05
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05
Procura em rutura c/substituição (produto A)	18,98	0	3626,550612
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,999166161	1	7,02836E-06

Figura 8: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 50%

Mais uma vez se verifica uma ligeira diferença entre os dois níveis de serviço.

Considerando agora uma taxa de substituição de 75%:

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	154,98	119	30864,71388
Nível de serviço (produto B)	0,993108265	0,994655396	5,95422E-05
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05
Procura em rutura c/substituição (produto A)	10,72	0	1191,960816
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,999535481	1	2,18826E-06

Figura 9: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 75%

Por fim considerou-se uma taxa de substituição de 100%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	154,98	119	30864,71388
Nível de serviço (produto B)	0,993108265	0,994655396	5,95422E-05
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	24,5	0	5093,030612
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,99891642	1	1,00597E-05
Procura em rutura c/substituição (produto A)	4,7	0	619,5204082
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,999800082	1	1,1154E-06

Figura 10: Resultados P (não rutura) = 0,98 e taxa de substituição 100%

Analisando a evolução do nível de serviço com substituição para o produto A verifica-se que este vai aumentando à medida que se aumenta a taxa de substituição como se pode perceber pelo gráfico abaixo apresentado. No entanto, como a probabilidade de não haver rutura já é muito alta, a evolução do nível de serviço não é muito perceptível. Também não se verificou a alteração do nível de serviço para o Produto B.

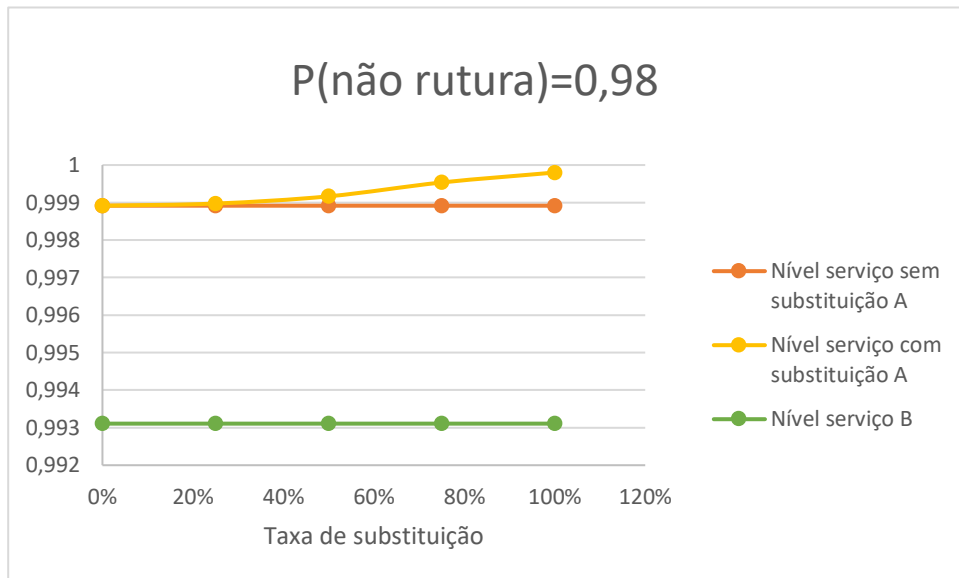


Figura 11: Gráfico para P (não rutura) = 0,98

Posto isto, considerou-se interessante ver o que acontecia quando se diminuía a probabilidade de não haver rutura.

Para isso alterou-se, na folha inicial, a P (não rutura) para 0,7 para o Produto A. Para o produto B, os valores mantêm-se iguais uma vez que são independentes.

P (não rutura)	Mean Demand (Month)	Std Dev of Demand (Month)	custo unitário total	EOQ	ROP com incerteza	ss	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,7	1.800	250	0,54	2014	4136,26183	289,6865	135,1367308	174,0127	11594,88	0,041709	47,0436	12951,07

Figura 12: Custos com nível de serviço = 0,7

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

Como podemos verificar, a diminuição da probabilidade de não rutura leva à diminuição do ROP que, conseqüentemente, leva à diminuição do *stock* de segurança e, posteriormente, à diminuição dos custos. Isto já era expectável visto que, havendo uma menor probabilidade de não existir rutura, há uma menor necessidade de ter tanto *stock* em armazém o que faz baixar os custos.

Voltando a repetir a experiência para as mesmas taxas de substituição:

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	367,02	418	85550,87714
Nível de serviço (produto B)	0,983609939	0,981265494	0,000167531
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	717,52	690,5	201683,5608
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,968290901	0,96824368	0,000369041
Procura em rutura c/substituição (produto A)	557,04	543	143202,6514
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,975368537	0,975285921	0,000264746

Figura 13: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 25%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	367,02	418	85550,87714
Nível de serviço (produto B)	0,983609939	0,981265494	0,000167531
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	717,52	690,5	201683,5608
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,968290901	0,96824368	0,000369041
Procura em rutura c/substituição (produto A)	394,92	346	72439,95265
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,982486053	0,984890088	0,000137692

Figura 14: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 50%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	367,02	418	85550,87714
Nível de serviço (produto B)	0,983609939	0,981265494	0,000167531
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	717,52	690,5	201683,5608
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,968290901	0,96824368	0,000369041
Procura em rutura c/substituição (produto A)	258,92	196	45319,66694
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,988470949	0,991237799	8,90255E-05

Figura 15: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 75%

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	367,02	418	85550,87714
Nível de serviço (produto B)	0,983609939	0,981265494	0,000167531
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	717,52	690,5	201683,5608
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,968290901	0,96824368	0,000369041
Procura em rutura c/substituição (produto A)	71,72	10,5	14837,38939
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,996761237	0,999549406	3,1776E-05

Figura 16: Resultados P (não rutura) = 0,7 e taxa de substituição 100%

Como já acontecia no caso anterior, à medida que aumenta a taxa de substituição aumenta também o nível de serviço considerando a substituição.

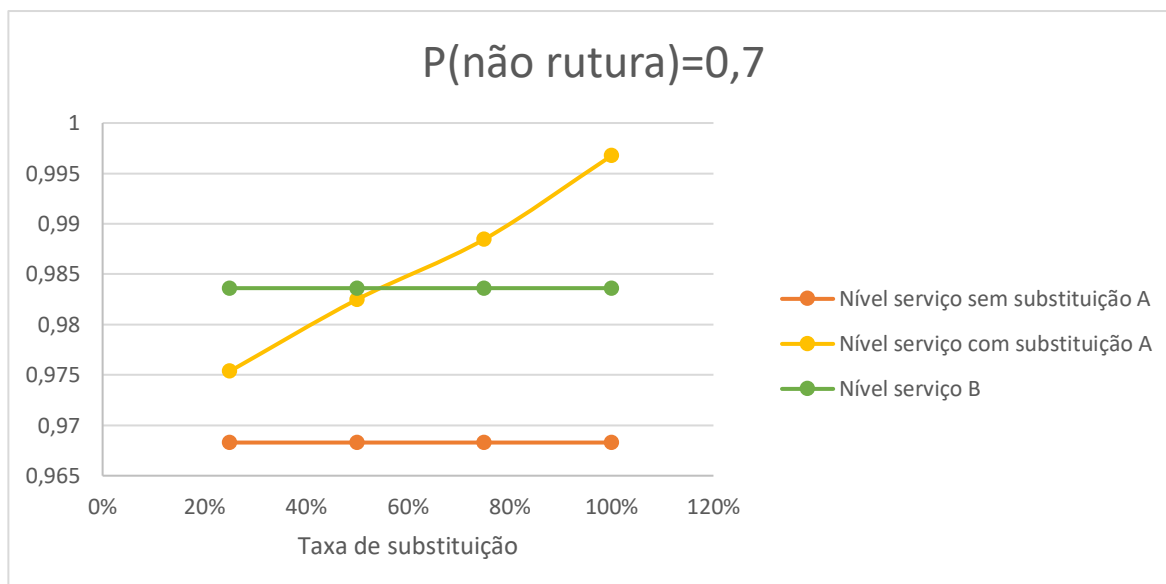


Figura 17: Gráfico P (não rutura) = 0,7

Comparando o nível de serviço do produto B com o nível de serviço do caso anterior, é perceptível que é menor. Isto acontece uma vez que B substitui A, quando A entra em rutura socorre-se de B havendo, por isso, maior probabilidade de este entrar em rutura. Ao longo das várias taxas de substituição testadas para a mesma probabilidade de não rutura o nível de serviço de B mantém-se constante. Isto

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

acontece porque se considera que a substituição só é realizada quando toda a procura de B está satisfeita.

A fim de ver uma diferença ainda maior entre o nível de serviço com substituição e sem substituição repeti o processo para uma probabilidade de não rutura de 0,5 para o produto A. Para isso, tal como anteriormente, alterei essa mesma probabilidade na folha inicial permitindo-nos ver a diminuição dos custos.

P (não rutura)	Mean Demand (Month)	Std Dev of Demand (Month)	custo unitário total	EOQ	ROP com incerteza	SS	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,5	1.800	250	0,54	2014	3846,57534	0	135,1367308	135,1367	11594,88	0,025025	59,1504	12924,3

Figura 18: Custos com nível de serviço = 0,5

Como aconteceu anteriormente, com a diminuição da probabilidade de não rutura houve a diminuição dos custos.

Fez-se novamente a experiência para as diferentes taxas de substituição.

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	586,64	533	111392,48
Nível de serviço (produto B)	0,97380522	0,975736512	0,000213811
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	1602,86	1559	511921,5106
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,928942385	0,928923861	0,000904997
Procura em rutura c/substituição (produto A)	1282,06	1211,5	379585,5678
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,943164161	0,945487622	0,000680366

Figura 19: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 25%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	586,64	533	111392,48
Nível de serviço (produto B)	0,97380522	0,975736512	0,000213811
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	1602,86	1559	511921,5106
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,928942385	0,928923861	0,000904997
Procura em rutura c/substituição (produto A)	955,8	922	215451,2653
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,957563636	0,958583549	0,000389693

Figura 20: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 50%

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	586,64	533	111392,48
Nível de serviço (produto B)	0,97380522	0,975736512	0,000213811
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	1602,86	1559	511921,5106
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,928942385	0,928923861	0,000904997
Procura em rutura c/substituição (produto A)	614,14	587,5	122439,7963
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,972714377	0,97321631	0,000225638

Figura 21: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 75%

Resultados	Estatísticas		
	Média	Mediana	Variância
Procura total (produto B)	22286,98	22377,5	481692,1833
Procura em rutura (produto B)	586,64	533	111392,48
Nível de serviço (produto B)	0,97380522	0,975736512	0,000213811
Procura total (produto A)	22419,9	22497	708961,2347
Procura em rutura s/ substituição (produto A)	1602,86	1559	511921,5106
Nível de serviço s/ substituição (produto A)	0,928942385	0,928923861	0,000904997
Procura em rutura c/substituição (produto A)	301,4	236,5	75408,32653
Nível de serviço c/ substituição (produto A)	0,986603169	0,989466844	0,000145444

Figura 22: Resultados P (não rutura) = 0,5 e taxa de substituição 100%

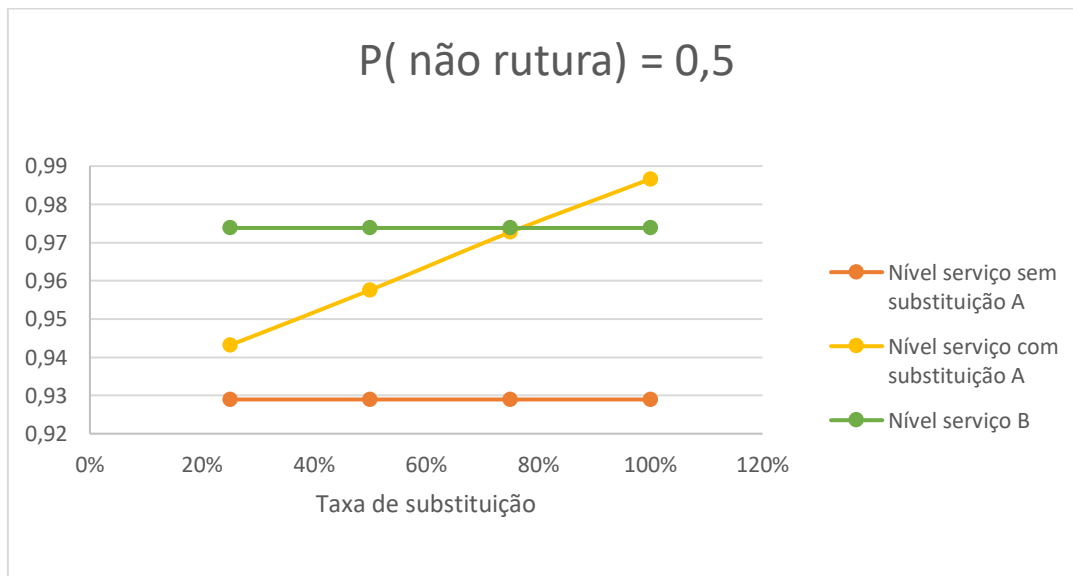


Figura 23: Gráfico P (não rutura) = 0,5

Para visualizar de uma forma mais imediata a variação do nível de serviço com a taxa de substituição construiu-se um novo gráfico abaixo apresentado.

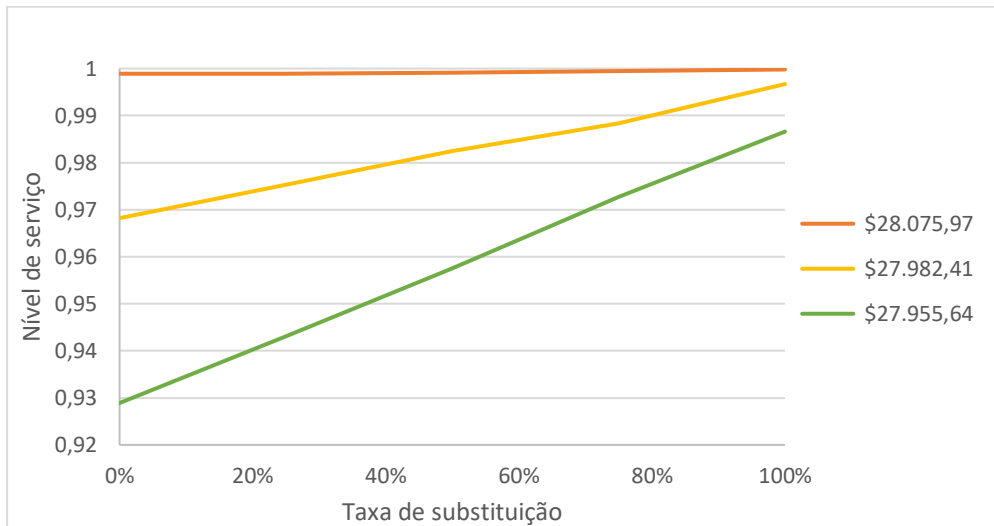


Figura 24: Variação do nível de serviço para os mesmos custos variando a taxa de substituição

Para a construção deste gráfico consideraram-se os custos totais adicionando-se os custos totais do produto A (que varia com a variação da P (não rutura)) com os custos totais do produto B. Este custo total é apenas aproximado uma vez que, como o produto B é utilizado na substituição, o seu *stock* diminui mais rapidamente e, por isso, os seus custos aumentam ligeiramente. Apesar desse ligeiro aumento considerou-se que o mesmo não era relevante e, por isso, considerou-se o custo do produto B constante.

Tendo em conta o gráfico, a reta laranja corresponde à P(não rutura) de 0,98, a reta amarela corresponde à P(não rutura) de 0,7 e a reta verde corresponde à P(não rutura) de 0,5.

Como se verificou ao longo de toda a experiência computacional, à medida que se vai aumentando a taxa de substituição, o nível de serviço para o produto A, considerando que há substituição, vai aumentando sendo mais perceptível quando a probabilidade de não rutura é menor. No entanto, comparando a mesma taxa de substituição entre as diferentes probabilidades de não rutura constata-se que o

nível de serviço é menor quanto menor for a probabilidade de não rutura. Esta diminuição faz todo o sentido uma vez que, apesar de haver mais substituições, a probabilidade de haver rutura é maior.

Relativamente ao nível de serviço do produto B e como era expectável, mais uma vez se verifica uma diminuição para uma probabilidade de não rutura inferior. Podemos ver pela figura 25 a evolução do nível de serviço de B à medida que aumenta a probabilidade de não rutura. Esta evolução é crescente, como já foi referido, uma vez que quanto maior for a probabilidade de não rutura maior é o nível de serviço de B, uma vez que o produto B é utilizado menos vezes para satisfazer a procura do Produto A.

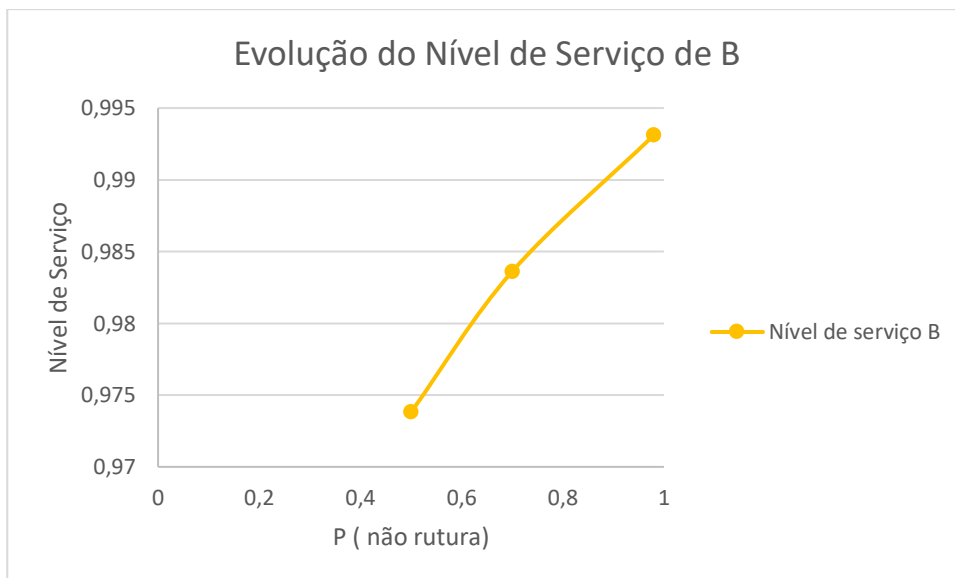


Figura 25: Evolução do Nível de Serviço de B

É visível que, à medida que há uma probabilidade de não rutura menor, os custos totais vão diminuindo. Isto acontece porque, uma vez que se aceita que vai haver rutura mais vezes, diminui-se o *stock* de segurança levando também à diminuição dos custos. No entanto, como neste caso se considera o produto B, que é substituto, essa rutura pode acabar por não se verificar. Ao invés disso, aumenta o nível de serviço à medida que aumenta a taxa de substituição.

Com a figura 24 pode perceber-se que, com os mesmos custos e com uma taxa de substituição elevada, conseguimos obter um nível de serviço bastante elevado para uma P (não rutura) baixa. Este nível de serviço acaba mesmo por estar bastante próximo do nível de serviço para uma P (não rutura) muito mais alta e sem substituição que apresenta um custo mais elevado.

Posto isto, comprova-se que é benéfico haver produtos substitutos uma vez que é possível ter níveis de serviço superiores com custos inferiores.

7. Conclusão

O estágio curricular é uma forma de os alunos tomarem contacto com o mundo empresarial, o que no meu caso, por situações adversas, não foi possível concretizar na totalidade.

O período efetivo de estágio foi bastante positivo tendo sido muito bem acolhida e integrada e onde me foram dadas todas as ferramentas necessárias para que os objetivos inicialmente estipulados fossem levados a cabo.

Considero que o facto de o estágio ter sido suspenso foi altamente penalizador uma vez que não me foi possível adquirir grande parte da experiência que seria suposta, assim como aplicar conhecimentos teóricos adquiridos durante o meu percurso académico.

Apesar de tudo, considero também que o tempo em que me foi possível estagiar foi benéfico já que consegui desenvolver várias competências como a comunicação ou a resolução de problemas de forma autónoma que tão essenciais são no mundo do trabalho.

Como as tarefas que pude desempenhar estavam intimamente ligadas à gestão de inventários considerei que este tema era pertinente para a elaboração do presente relatório.

Optei por trabalhar os modelos mais simples da gestão de inventários. Como a empresa onde realizei o estágio trabalha muito com produtos substitutos e constatei que os modelos de gestão de inventários não tinham em conta essa substituibilidade, achei interessante verificar e tentar perceber em que medida é que essa possibilidade beneficia, ou não, uma empresa.

Como não foi possível ter acesso a dados reais, decidi adaptar um caso de um artigo partindo dos dados por ele fornecidos.

Com as experiências computacionais realizadas foi possível comprovar que os modelos clássicos de gestão de inventários são bastante úteis quando combinados com outras ferramentas como a simulação de Monte Carlo.

Foi também possível verificar que a utilização de produtos substitutos faz com que os custos totais de inventário diminuam apesar de o nível de serviço aumentar. Isto é bastante importante constituindo uma ferramenta valiosa e permitindo à Fábrica das Tintas 2000 possuir uma vantagem competitiva.

Referências Bibliográficas

- Akçay, Y., Natarajan, H. P., & Xu, S. H. (2016). Joint Dynamic Pricing of Multiple Perishable Products Under Consumer Choice. *Management Science*, 56(8), 1345–1361.
- Chen, X., Feng, Y., Kebliş, M. F., & Xu, J. (2015). Optimal inventory policy for two substitutable products with customer service objectives. *European Journal of Operational Research*, 246(1), 76–85.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.033>
- Chen, Y., Li, K. W., & Liu, S. F. (2008). A comparative study on multicriteria abc analysis in inventory management. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3280–3285.
<https://doi.org/10.1109/ICSMC.2008.4811802>
- Costa, J. P., Dias, J., & Godinho, P. (2017). *Logística*. (Imprensa da Universidade de Coimbra, Ed.) (2ª edição).
- Dawande, M., Gavirneni, S., Mu, Y., & Sethi, S. (2010). On the Interaction Between Demand Substitution and Production Changeovers. *Manufacturing & Service Operations Management*, (May 2014). 12(4), 682-691.
<https://doi.org/10.1287/msom.1100.0295>
- Drezner, Z., Gurnani, H., & Pasternack, B. A. (1995). An EOQ Model with Substitutions between Products. *The Journals of the Operational Research Society*, 46(7), 887–891.v
- Fábrica das Tintas 2000, S.A. <https://www.tintas2000.pt/PT/> (maio 2020)
- Flores, B. E., Olson, D. L., & Dorai, V. K. (1992). Management of multicriteria inventory classification. *Mathematical and Computer Modelling*, 16(12), 71–82. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(92\)90021-C](https://doi.org/10.1016/0895-7177(92)90021-C)
- Gürler, Ü., & Yılmaz, A. (2010). Inventory and coordination issues with two substitutable products. *Applied Mathematical Modelling*, 34(3), 539–551.
<https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.06.030>
- Kraft, T., Chung, Y. T., & Erhun, F. (2012). KEY Electronics — Sourcing and Warehouse Analysis, 12(2), 92–99.
- Krommyda, I. P., Skouri, K., & Konstantaras, I. (2015). Optimal ordering quantities for substitutable products with stock-dependent demand. *Applied Mathematical Modelling*, 39(1), 147–164.
<https://doi.org/10.1016/j.apm.2014.05.016>
- McGillivray, A. R., & Silver, E. A. (1978). Some Concepts for Inventory Control

- Under Substitutable Demand. *INFOR Journal*, 16(1), 47–63.
<https://doi.org/10.1080/03155986.1978.11731687>
- Mokhtari, H. (2018). Economic order quantity for joint complementary and substitutable items. *Mathematics and Computers in Simulation*, 154, 34–47.
<https://doi.org/10.1016/j.matcom.2018.06.004>
- Ravinder, H. V., & Misra, R. B. (2016). ABC Analysis For Inventory Management: Bridging The Gap Between Research And Classroom. *American Journal of Business Education (AJBE)*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.19030/ajbe.v9i1.9578>
- Raychaudhuri, S. (2008). Introduction to monte carlo simulation. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 91–100.
<https://doi.org/10.1109/WSC.2008.4736059>
- Ryzin, G. Van, & Mahajan, S. (1999). On the Relationship Between Inventory Costs and Variety Benefits in Retail Assortments. *Management Science*, 45, 1496–1509.
- Shin, H., Park, S., Lee, E., & Benton, W. C. (2015). A classification of the literature on the planning of substitutable products. *European Journal of Operational Research*, 246(3), 686–699. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.013>
- Yadavalli, V. S. S., Sundar, D. K., & Udayabaskaran, S. (2015). Two substitutable perishable product disaster inventory systems. *Annals of Operations Research*, 233(1), 517–534. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1783-3>
- Ye, T. (2014). Inventory management with simultaneously horizontal and vertical substitution. *International Journal of Production Economics*, 156, 316–324.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.06.017>
- Yu, M. C. (2011). Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3416–3421. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.127>
- Zabawa, J., Management, I., Method, C., Simulation, S., Game, B., & Raychaudhuri, S. (2003). Tools of Monte Carlo Simulation. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 91–100.
<https://doi.org/10.1109/WSC.2008.4736059>

Anexos

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	ROP	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	ROP com incerteza
=parâmetros!\$H\$8 =G4*14	=USIB4*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G4+M4+N4+O4	=RAIZQ(2*K4*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P4)) =K4/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S4*R4	=parâmetros!\$E\$5 =L4/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S4*V4^2+R4^2*U4^2)	=INV.NORMAL(J4,S4*R4;W4)						
=parâmetros!\$H\$8 =G5*15	=USIB5*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G5+M5+N5+O5	=RAIZQ(2*K5*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P5)) =K5/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S5*R5	=parâmetros!\$E\$5 =L5/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S5*V5^2+R5^2*U5^2)	=INV.NORMAL(J5,S5*R5;W5)						
=parâmetros!\$H\$8 =G6*16	=USIB6*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G6+M6+N6+O6	=RAIZQ(2*K6*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P6)) =K6/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S6*R6	=parâmetros!\$E\$5 =L6/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S6*V6^2+R6^2*U6^2)	=INV.NORMAL(J6,S6*R6;W6)						
=parâmetros!\$H\$8 =G7*17	=USIB7*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G7+M7+N7+O7	=RAIZQ(2*K7*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P7)) =K7/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S7*R7	=parâmetros!\$E\$5 =L7/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S7*V7^2+R7^2*U7^2)	=INV.NORMAL(J7,S7*R7;W7)						
=parâmetros!\$H\$8 =G8*18	=USIB8*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G8+M8+N8+O8	=RAIZQ(2*K8*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P8)) =K8/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S8*R8	=parâmetros!\$E\$5 =L8/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S8*V8^2+R8^2*U8^2)	=INV.NORMAL(J8,S8*R8;W8)						
=parâmetros!\$H\$8 =G9*19	=USIB9*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G9+M9+N9+O9	=RAIZQ(2*K9*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P9)) =K9/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S9*R9	=parâmetros!\$E\$5 =L9/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S9*V9^2+R9^2*U9^2)	=INV.NORMAL(J9,S9*R9;W9)						
=parâmetros!\$H\$8 =G10*10	=USIB10*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G10+M10+N10+O10	=RAIZQ(2*K10*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P10)) =K10/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S10*R10	=parâmetros!\$E\$5 =L10/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S10*V10^2+R10^2*U10^2)	=INV.NORMAL(J10,S10*R10;W10)						
=parâmetros!\$H\$8 =G11*11	=USIB11*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G11+M11+N11+O11	=RAIZQ(2*K11*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P11)) =K11/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S11*R11	=parâmetros!\$E\$5 =L11/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S11*V11^2+R11^2*U11^2)	=INV.NORMAL(J11,S11*R11;W11)						
=parâmetros!\$H\$8 =G12*12	=USIB12*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G12+M12+N12+O12	=RAIZQ(2*K12*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P12)) =K12/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S12*R12	=parâmetros!\$E\$5 =L12/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S12*V12^2+R12^2*U12^2)	=INV.NORMAL(J12,S12*R12;W12)						
=parâmetros!\$H\$8 =G13*13	=USIB13*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$8=G13+M13+N13+O13	=RAIZQ(2*K13*12*parâmetros!\$H\$3/(parâmetros!\$B\$2*P13)) =K13/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4 =S13*R13	=parâmetros!\$E\$5 =L13/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13) =RAIZQ(S13*V13^2+R13^2*U13^2)	=INV.NORMAL(J13,S13*R13;W13)						

Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
=X4-T4	=parâmetros!\$H\$3 =K4*12/Q4	=AA4*Z4	=P4*parâmetros!\$B\$2*(USIQ4/2+USIY4)	=P4*K4*12	=Q4*parâmetros!\$B\$2*USIP4/(USIK4*12*(1-USIJ4))	=K4*12/Q4*AE4*W4*integral(J4)	=AF4+AD4+AC4+AB4+parâmetros!\$H\$10	
=X5-T5	=parâmetros!\$H\$3 =K5*12/Q5	=AA5*Z5	=P5*parâmetros!\$B\$2*(USIQ5/2+USIY5)	=P5*K5*12	=Q5*parâmetros!\$B\$2*USIP5/(USIK5*12*(1-USIJ5))	=K5*12/Q5*AE5*W5*integral(J5)	=AF5+AD5+AC5+AB5+parâmetros!\$H\$10	
=X6-T6	=parâmetros!\$H\$3 =K6*12/Q6	=AA6*Z6	=P6*parâmetros!\$B\$2*(USIQ6/2+USIY6)	=P6*K6*12	=Q6*parâmetros!\$B\$2*USIP6/(USIK6*12*(1-USIJ6))	=K6*12/Q6*AE6*W6*integral(J6)	=AF6+AD6+AC6+AB6+parâmetros!\$H\$10	
=X7-T7	=parâmetros!\$H\$3 =K7*12/Q7	=AA7*Z7	=P7*parâmetros!\$B\$2*(USIQ7/2+USIY7)	=P7*K7*12	=Q7*parâmetros!\$B\$2*USIP7/(USIK7*12*(1-USIJ7))	=K7*12/Q7*AE7*W7*integral(J7)	=AF7+AD7+AC7+AB7+parâmetros!\$H\$10	
=X8-T8	=parâmetros!\$H\$3 =K8*12/Q8	=AA8*Z8	=P8*parâmetros!\$B\$2*(USIQ8/2+USIY8)	=P8*K8*12	=Q8*parâmetros!\$B\$2*USIP8/(USIK8*12*(1-USIJ8))	=K8*12/Q8*AE8*W8*integral(J8)	=AF8+AD8+AC8+AB8+parâmetros!\$H\$10	
=X9-T9	=parâmetros!\$H\$3 =K9*12/Q9	=AA9*Z9	=P9*parâmetros!\$B\$2*(USIQ9/2+USIY9)	=P9*K9*12	=Q9*parâmetros!\$B\$2*USIP9/(USIK9*12*(1-USIJ9))	=K9*12/Q9*AE9*W9*integral(J9)	=AF9+AD9+AC9+AB9+parâmetros!\$H\$10	
=X10-T10	=parâmetros!\$H\$3 =K10*12/Q10	=AA10*Z10	=P10*parâmetros!\$B\$2*(USIQ10/2+USIY10)	=P10*K10*12	=Q10*parâmetros!\$B\$2*USIP10/(USIK10*12*(1-USIJ10))	=K10*12/Q10*AE10*W10*integral(J10)	=AF10+AD10+AC10+AB10+parâmetros!\$H\$10	
=X11-T11	=parâmetros!\$H\$3 =K11*12/Q11	=AA11*Z11	=P11*parâmetros!\$B\$2*(USIQ11/2+USIY11)	=P11*K11*12	=Q11*parâmetros!\$B\$2*USIP11/(USIK11*12*(1-USIJ11))	=K11*12/Q11*AE11*W11*integral(J11)	=AF11+AD11+AC11+AB11+parâmetros!\$H\$10	
=X12-T12	=parâmetros!\$H\$3 =K12*12/Q12	=AA12*Z12	=P12*parâmetros!\$B\$2*(USIQ12/2+USIY12)	=P12*K12*12	=Q12*parâmetros!\$B\$2*USIP12/(USIK12*12*(1-USIJ12))	=K12*12/Q12*AE12*W12*integral(J12)	=AF12+AD12+AC12+AB12+parâmetros!\$H\$10	
=X13-T13	=parâmetros!\$H\$3 =K13*12/Q13	=AA13*Z13	=P13*parâmetros!\$B\$2*(USIQ13/2+USIY13)	=P13*K13*12	=Q13*parâmetros!\$B\$2*USIP13/(USIK13*12*(1-USIJ13))	=K13*12/Q13*AE13*W13*integral(J13)	=AF13+AD13+AC13+AB13+parâmetros!\$H\$10	

Figura 26: Fórmulas da folha de cálculo da revisão contínua

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	Etiquetagem	Impostos	Transporte	Custo unitário total	EOQ	Procura diária	LEAD-TIME (dias)	M	Desvio LEAD-TIME	Desvio procura diária	Desvio padrão total
20											
21	=parâmetros!\$H\$8	=G21*121	=US!B21*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G21+M21+N21+O21	=R21*parâmetros!\$B\$17	=K21/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S21+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L21/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S21+parâmetros!\$B\$17)^V21^2+R21^2*U21^2)
22	=parâmetros!\$H\$8	=G22*122	=US!B22*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G22+M22+N22+O22	=R22*parâmetros!\$B\$17	=K22/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S22+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L22/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S22+parâmetros!\$B\$17)^V22^2+R22^2*U22^2)
23	=parâmetros!\$H\$8	=G23*123	=US!B23*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G23+M23+N23+O23	=R23*parâmetros!\$B\$17	=K23/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S23+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L23/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S23+parâmetros!\$B\$17)^V23^2+R23^2*U23^2)
24	=parâmetros!\$H\$8	=G24*124	=US!B24*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G24+M24+N24+O24	=R24*parâmetros!\$B\$17	=K24/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S24+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L24/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S24+parâmetros!\$B\$17)^V24^2+R24^2*U24^2)
25	=parâmetros!\$H\$8	=G25*125	=US!B25*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G25+M25+N25+O25	=R25*parâmetros!\$B\$17	=K25/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S25+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L25/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S25+parâmetros!\$B\$17)^V25^2+R25^2*U25^2)
26	=parâmetros!\$H\$8	=G26*126	=US!B26*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G26+M26+N26+O26	=R26*parâmetros!\$B\$17	=K26/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S26+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L26/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S26+parâmetros!\$B\$17)^V26^2+R26^2*U26^2)
27	=parâmetros!\$H\$8	=G27*127	=US!B27*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G27+M27+N27+O27	=R27*parâmetros!\$B\$17	=K27/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S27+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L27/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S27+parâmetros!\$B\$17)^V27^2+R27^2*U27^2)
28	=parâmetros!\$H\$8	=G28*128	=US!B28*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G28+M28+N28+O28	=R28*parâmetros!\$B\$17	=K28/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S28+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L28/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S28+parâmetros!\$B\$17)^V28^2+R28^2*U28^2)
29	=parâmetros!\$H\$8	=G29*129	=US!B29*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G29+M29+N29+O29	=R29*parâmetros!\$B\$17	=K29/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S29+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L29/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S29+parâmetros!\$B\$17)^V29^2+R29^2*U29^2)
30	=parâmetros!\$H\$8	=G30*130	=US!B30*(parâmetros!\$B\$8+parâmetros!\$E\$9)	=G30+M30+N30+O30	=R30*parâmetros!\$B\$17	=K30/parâmetros!\$B\$13	=parâmetros!\$E\$4	=(S30+pari	=parâmetros!\$E\$5	=L30/RAIZQ(parâmetros!\$B\$13)	=RAIZQ((S30+parâmetros!\$B\$17)^V30^2+R30^2*U30^2)

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
	M	SS	Custo cada encomenda	Nº de encomendas por ano	Custo anual encomenda	Custo posse anual	Custo de aquisição anual	Custo unitário de ruptura	Custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
20										
21	=INV.NORMAL(J21,(S21+parâmetros!\$B\$17)*R21;W21)	=X21-T21	=parâmetros!\$H\$3	=K21*12/Q21	=AA21*Z21	=P21*parâmetros!\$B\$2*(US!Q21/2+US!Y21)	=P21*K21*12	=Q21*parâmetros!\$B\$2*US!P21/(US!K21*12*(1-US!J21))	=K21*12/Q21*AE21*W21*integral(J21)	=AF21+AD21+AC21+AB21+parâmetros!\$H\$10
22	=INV.NORMAL(J22,(S22+parâmetros!\$B\$17)*R22;W22)	=X22-T22	=parâmetros!\$H\$3	=K22*12/Q22	=AA22*Z22	=P22*parâmetros!\$B\$2*(US!Q22/2+US!Y22)	=P22*K22*12	=Q22*parâmetros!\$B\$2*US!P22/(US!K22*12*(1-US!J22))	=K22*12/Q22*AE22*W22*integral(J22)	=AF22+AD22+AC22+AB22+parâmetros!\$H\$10
23	=INV.NORMAL(J23,(S23+parâmetros!\$B\$17)*R23;W23)	=X23-T23	=parâmetros!\$H\$3	=K23*12/Q23	=AA23*Z23	=P23*parâmetros!\$B\$2*(US!Q23/2+US!Y23)	=P23*K23*12	=Q23*parâmetros!\$B\$2*US!P23/(US!K23*12*(1-US!J23))	=K23*12/Q23*AE23*W23*integral(J23)	=AF23+AD23+AC23+AB23+parâmetros!\$H\$10
24	=INV.NORMAL(J24,(S24+parâmetros!\$B\$17)*R24;W24)	=X24-T24	=parâmetros!\$H\$3	=K24*12/Q24	=AA24*Z24	=P24*parâmetros!\$B\$2*(US!Q24/2+US!Y24)	=P24*K24*12	=Q24*parâmetros!\$B\$2*US!P24/(US!K24*12*(1-US!J24))	=K24*12/Q24*AE24*W24*integral(J24)	=AF24+AD24+AC24+AB24+parâmetros!\$H\$10
25	=INV.NORMAL(J25,(S25+parâmetros!\$B\$17)*R25;W25)	=X25-T25	=parâmetros!\$H\$3	=K25*12/Q25	=AA25*Z25	=P25*parâmetros!\$B\$2*(US!Q25/2+US!Y25)	=P25*K25*12	=Q25*parâmetros!\$B\$2*US!P25/(US!K25*12*(1-US!J25))	=K25*12/Q25*AE25*W25*integral(J25)	=AF25+AD25+AC25+AB25+parâmetros!\$H\$10
26	=INV.NORMAL(J26,(S26+parâmetros!\$B\$17)*R26;W26)	=X26-T26	=parâmetros!\$H\$3	=K26*12/Q26	=AA26*Z26	=P26*parâmetros!\$B\$2*(US!Q26/2+US!Y26)	=P26*K26*12	=Q26*parâmetros!\$B\$2*US!P26/(US!K26*12*(1-US!J26))	=K26*12/Q26*AE26*W26*integral(J26)	=AF26+AD26+AC26+AB26+parâmetros!\$H\$10
27	=INV.NORMAL(J27,(S27+parâmetros!\$B\$17)*R27;W27)	=X27-T27	=parâmetros!\$H\$3	=K27*12/Q27	=AA27*Z27	=P27*parâmetros!\$B\$2*(US!Q27/2+US!Y27)	=P27*K27*12	=Q27*parâmetros!\$B\$2*US!P27/(US!K27*12*(1-US!J27))	=K27*12/Q27*AE27*W27*integral(J27)	=AF27+AD27+AC27+AB27+parâmetros!\$H\$10
28	=INV.NORMAL(J28,(S28+parâmetros!\$B\$17)*R28;W28)	=X28-T28	=parâmetros!\$H\$3	=K28*12/Q28	=AA28*Z28	=P28*parâmetros!\$B\$2*(US!Q28/2+US!Y28)	=P28*K28*12	=Q28*parâmetros!\$B\$2*US!P28/(US!K28*12*(1-US!J28))	=K28*12/Q28*AE28*W28*integral(J28)	=AF28+AD28+AC28+AB28+parâmetros!\$H\$10
29	=INV.NORMAL(J29,(S29+parâmetros!\$B\$17)*R29;W29)	=X29-T29	=parâmetros!\$H\$3	=K29*12/Q29	=AA29*Z29	=P29*parâmetros!\$B\$2*(US!Q29/2+US!Y29)	=P29*K29*12	=Q29*parâmetros!\$B\$2*US!P29/(US!K29*12*(1-US!J29))	=K29*12/Q29*AE29*W29*integral(J29)	=AF29+AD29+AC29+AB29+parâmetros!\$H\$10
30	=INV.NORMAL(J30,(S30+parâmetros!\$B\$17)*R30;W30)	=X30-T30	=parâmetros!\$H\$3	=K30*12/Q30	=AA30*Z30	=P30*parâmetros!\$B\$2*(US!Q30/2+US!Y30)	=P30*K30*12	=Q30*parâmetros!\$B\$2*US!P30/(US!K30*12*(1-US!J30))	=K30*12/Q30*AE30*W30*integral(J30)	=AF30+AD30+AC30+AB30+parâmetros!\$H\$10

Figura 27: Fórmulas da folha de cálculo da revisão periódica

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	ROP	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	ROP com incertez a	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,14	0,0738	0,014	0,64	1147,486926	59,1780822	14	828	1,3	45,32984139	186,2406509	1210,985	382,4915	4,86	18,82374387	91,48339521	152,4717	13776,48	0,423534	10,90315	15031,34
0,14	35,034	1,2348	153,19	18,71497125	3,78082192	14	52,9	1,3	17,22533973	64,63845992	185,6827	132,7512	4,86	73,73775688	358,3654985	5442,363	211400,544	25,96851	908,8891	219110,2
0,14	0,038	0,0014	0,56	750,3163437	22,1917808	14	311	1,3	15,41214607	64,48071364	393,3203	82,63536	4,86	10,79544657	52,46587033	64,02243	4531,14	0,129545	4,269231	5651,898
0,14	37,8315	0,084	146,15	22,02839328	4,99726027	14	70	1,3	12,51103622	47,26064002	167,0231	97,06149	4,86	82,80222607	402,4188187	3948,694	266569,392	22,06244	633,9834	272554,5
0,14	13,9995	1,1312	108,60	23,17354339	4,10958904	14	57,5	1,3	8,15937145	30,99349504	108,514	50,97976	4,86	64,72898749	314,5828792	1698,692	162901,05	8,388877	351,6196	166265,9
0,14	37,5	2,31	114,95	11,03468374	0,98630137	14	13,8	1,3	2,901109849	10,93042326	31,78717	17,97895	4,86	32,62440577	158,554612	675,2246	41382	17,61718	131,255	43347,03
0,14	2,115	0,1722	10,89	68,03110551	3,55068493	14	49,7	1,3	11,78575876	44,33919235	122,6411	72,93148	4,86	19,05010936	92,58353149	291,0884	14109,8112	2,857516	50,42825	15543,91
0,14	1,0933	0,1344	9,78	160,5211554	17,7534247	14	249	1,3	48,9562287	184,6256583	552,2301	303,6822	4,86	40,36851083	196,1909626	938,5193	63359,496	1,211055	188,5813	65682,79
0,14	1,0258	0,21	5,84	269,7268916	29,9178082	14	419	1,3	60,5606681	229,9108533	891,0285	472,1792	4,86	40,48539593	196,7590242	885,6448	63726,936	1,801823	123,1552	65932,5
0,14	24,066	0,42	144,96	11,05929522	1,24931507	14	17,5	1,3	3,082429215	11,64718464	36,64832	19,15791	4,86	41,23228389	200,3888997	894,6525	66099,936	17,57797	176,371	68371,35

Figura 28: Resultados Revisão Contínua nos EUA

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	M	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	M	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,14	0,0738	0,014	0,64	828,4931507	59,1780822	14	1657	1,3	45,32984139	251,8982003	2174,321956	517	4,86	26,07142857	126,7071429	148,5407865	13776,48	0,305794521	14,74695808	15066,47489
0,14	35,034	1,2348	153,19	52,93150685	3,78082192	14	106	1,3	17,22533973	91,28035442	293,3299422	187	4,86	26,07142857	126,7071429	8193,022705	211400,544	73,44668493	1283,503916	222003,7778
0,14	0,038	0,0014	0,56	310,6849315	22,1917808	14	621	1,3	15,41214607	86,50573324	732,2314209	111	4,86	26,07142857	126,7071429	37,2286327	4531,14	0,053641096	5,727495356	5700,803271
0,14	37,8315	0,084	146,15	69,96164384	4,99726027	14	140	1,3	12,51103622	66,52016595	276,539006	137	4,86	26,07142857	126,7071429	6269,515544	266569,392	70,06976027	892,342623	274857,9573
0,14	13,9995	1,1312	108,60	57,53424658	4,10958904	14	115	1,3	8,15937145	43,50461504	186,627217	71,6	4,86	26,07142857	126,7071429	2723,864306	162901,05	20,82753151	493,557677	167245,1791
0,14	37,5	2,31	114,95	13,80821918	0,98630137	14	27,6	1,3	2,901109849	15,40468402	52,95488874	25,3	4,86	26,07142857	126,7071429	926,5705671	41382	22,04520548	184,9829611	43620,26067
0,14	2,115	0,1722	10,89	49,70958904	3,55068493	14	99,4	1,3	11,78575876	62,53496232	202,2800377	103	4,86	26,07142857	126,7071429	347,6164674	14109,8112	2,087956164	71,12283352	15655,25764
0,14	1,0933	0,1344	9,78	248,5479452	17,7534247	14	497	1,3	48,9562287	260,0780773	924,8862592	428	4,86	26,07142857	126,7071429	1349,479878	63359,496	1,875175342	265,6503613	66101,33338
0,14	1,0258	0,21	5,84	418,8493151	29,9178082	14	838	1,3	60,5606681	322,8084939	1500,666223	663	4,86	26,07142857	126,7071429	1272,776674	63726,936	2,797986301	172,91721	66299,33703
0,14	24,066	0,42	144,96	17,49041096	1,24931507	14	35	1,3	3,082429215	16,39134186	61,94218003	27	4,86	26,07142857	126,7071429	1293,970158	66099,936	27,79978082	248,2107926	68768,82409

Figura 29: Resultados Revisão Periódica nos EUA

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	ROP	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	ROP com incerteza	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,02	0,072	0,0448	0,54	2013,96022	59,17808	65	3846,575	7	45,32984	552,4146	4981,09619	1134,521	12,6	10,72513736	135,1367308	287,3894	11594,88	0,625633	27,2189	13044,63
0,02	34,503	5,3224	154,86	29,97137255	3,780822	65	245,7534	7	17,22534	141,3745	536,101064	290,3476	12,6	46,04393735	580,1536106	11820,63	213700,452	42,04012	2009,51	229110,7
0,02	0,037	0,08935	0,52	1257,478837	22,19178	65	1442,466	7	15,41215	198,9246	1697,39792	254,9322	12,6	6,441460294	81,1623997	114,071	4182,435	0,200401	12,1571	5389,825
0,02	37,3345	0,3385	144,36	35,68738563	4,99726	65	324,8219	7	12,51104	106,7607	544,081614	219,2597	12,6	51,11049655	643,9922565	8557,239	263318,112	35,30659	1414,687	274934
0,02	13,7505	3,7576	109,20	37,2107441	4,109589	65	267,1233	7	8,159371	71,79794	385,220395	118,0971	12,6	40,31093805	507,9178194	3731,913	163797,15	13,54448	819,0248	169856
0,02	36,805	9,155	119,59	17,41943576	0,986301	65	64,10959	7	2,90111	24,38719	104,222953	40,11336	12,6	20,66657066	260,3987903	1459,688	43052,4	28,9332	304,6679	46077,15
0,02	2,075	0,5576	10,95	109,2129538	3,550685	65	230,7945	7	11,78576	98,21674	392,346681	161,5522	12,6	11,86672418	149,5207247	591,8748	14194,5696	4,614837	112,3758	16048,34
0,02	1,0673	0,2792	9,58	261,1646319	17,75342	65	1153,973	7	48,95623	413,7999	1834,6128	680,6402	12,6	24,81193549	312,6303872	1942,168	62055,72	1,929817	413,9683	65724,49
0,02	1,0051	0,467	5,86	433,3262255	29,91781	65	1944,658	7	60,56067	531,2743	3035,76145	1091,104	12,6	25,20041336	317,5252083	1916,565	64014,132	2,90774	285,8675	67534,09
0,02	23,716	0,688	143,00	17,9282787	1,249315	65	81,20548	7	3,082429	26,34516	124,539418	43,33394	12,6	25,43467824	320,4769458	1869,709	65209,824	28,11201	393,5673	68793,58

Figura 30: Resultados Revisão Contínua na Ásia

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	M	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	M	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0,02	0,072	0,0448	0,5368	1800	59,17808	65	5646,575	7	45,32984	606,3513	6891,86861	1245,293	12,6	12	151,2	287,8984	11594,88	0,559167	29,8765	13063,85
0,02	34,503	5,3224	154,8554	115	3,780822	65	360,7534	7	17,22534	170,3283	710,565032	349,8116	12,6	12	151,2	15768,6	213700,452	161,3077	2421,063	233041,3
0,02	0,037	0,08935	0,51635	675	22,19178	65	2117,466	7	15,41215	216,3238	2394,69592	277,2302	12,6	12	151,2	79,35398	4182,435	0,107573	13,22044	5426,209
0,02	37,3345	0,3385	144,363	152	4,99726	65	476,8219	7	12,51104	127,1175	737,889271	261,0674	12,6	12	151,2	12165,01	263318,112	150,3781	1684,434	278318,8
0,02	13,7505	3,7576	109,1981	125	4,109589	65	392,1233	7	8,159371	84,73455	531,499226	139,3759	12,6	12	151,2	5511,117	163797,15	45,49921	966,5973	171426,1
0,02	36,805	9,155	119,59	30	0,986301	65	94,10959	7	2,90111	29,16737	142,085636	47,97605	12,6	12	151,2	1882,826	43052,4	49,82917	364,3863	46450,81
0,02	2,075	0,5576	10,9526	108	3,550685	65	338,7945	7	11,78576	117,7775	532,521188	193,7267	12,6	12	151,2	678,3128	14194,5696	4,563583	134,7564	16158,84
0,02	1,0673	0,2792	9,5765	540	17,75342	65	1693,973	7	48,95623	494,0955	2506,68731	812,7147	12,6	12	151,2	2592,154	62055,72	3,990208	494,2966	66293,37
0,02	1,0051	0,467	5,8621	910	29,91781	65	2854,658	7	60,56067	627,5415	4143,4702	1288,813	12,6	12	151,2	2555,601	64014,132	6,106354	337,6669	68058,6
0,02	23,716	0,688	143,004	38	1,249315	65	119,2055	7	3,082429	31,35391	170,778072	51,57259	12,6	12	151,2	2523,041	65209,824	59,585	468,3924	69352,46

Figura 31: Resultados Revisão Periódica na Ásia

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	ROP	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	ROP com incerteza	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL
0	0	0	0,80	245,9268	59,17808	3	177,5342	0	45,32984	78,51359	338,78144	161,2472	0,28	87,83100657	24,59268184	56,84212	17280	0,113855	5,765377	17367,2
0	0	0	129,17	4,891958	3,780822	3	11,34247	0	17,22534	29,83516	72,6164	61,27393	0,28	282,0956335	78,98677737	2057,675	178254,6	5,72368	353,739	180745
0	0	0	0,66	165,8038	22,19178	3	66,57534	0	15,41215	26,69462	100,78587	34,21053	0,28	48,85291335	13,67881574	19,32355	5346	0,033775	2,085283	5381,088
0	0	0	128,00	5,649779	4,99726	3	14,99178	0	12,51104	21,66975	59,496007	44,50423	0,28	322,8445004	90,39646011	1514,532	233472	4,955946	254,599	235331,5
0	0	0	116,67	5,366486	4,109589	3	12,32877	0	8,159371	14,13245	35,574572	23,2458	0,28	279,5124901	78,26349724	756,2855	175005	2,087027	172,2449	176011,8
0	0	0	108,33	2,728355	0,986301	3	2,958904	0	2,90111	5,02487	11,224079	8,265175	0,28	131,9476357	36,945338	260,7869	38998,8	4,105038	56,8648	39353,4
0	0	0	10,42	16,6914	3,550685	3	10,65205	0	11,78576	20,41353	44,229329	33,57727	0,28	77,64479561	21,74054277	109,2093	13504,32	0,671004	22,2206	13657,49
0	0	0	13,33	32,99867	17,75342	3	53,26027	0	48,95623	84,79468	192,7351	139,4748	0,28	196,3715502	54,98403405	519,7839	86378,4	0,339408	118,0779	87071,25
0	0	0	6,83	59,8446	29,91781	3	89,75342	0	60,56067	104,8942	305,17968	215,4263	0,28	182,4726007	51,09232819	418,9327	74583,6	0,467878	65,76046	75119,39
0	0	0	148,23	2,625055	1,249315	3	3,747945	0	3,082429	5,338924	12,529694	8,781749	0,28	173,7106584	48,63898436	374,0686	67592,88	4,266578	82,67226	68098,26

Figura 32: Resultados Revisão Contínua para Local

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	M	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	M	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL	T
0	0	0	0,8	245,9268	59,17808	3	423,4611	0	45,32984	121,258	672,49461	249,0335	0,28	87,83100657	24,59268184	74,39939	17280	0,113855	8,904168	17387,9	4,155707811
0	0	0	129,17	4,891958	3,780822	3	16,23442	0	17,22534	35,69383	89,540584	73,30616	0,28	282,0956335	78,98677737	2446,226	178254,6	5,72368	423,2019	181203	1,29388745
0	0	0	0,66	165,8038	22,19178	3	232,3792	0	15,41215	49,87302	296,29401	63,91484	0,28	48,85291335	13,67881574	24,22476	5346	0,033775	3,895892	5387,799	7,471407025
0	0	0	128	5,649779	4,99726	3	20,64156	0	12,51104	25,4272	72,862645	52,22109	0,28	322,8445004	90,39646011	1761,471	233472	4,955946	298,7455	235622,6	1,130575245
0	0	0	116,67	5,366486	4,109589	3	17,69525	0	8,159371	16,93113	45,544482	27,84923	0,28	279,5124901	78,26349724	890,5559	175005	2,087027	206,355	176180,2	1,305845044
0	0	0	108,33	2,728355	0,986301	3	5,687259	0	2,90111	6,966439	17,146032	11,45877	0,28	131,9476357	36,945338	347,2776	38998,8	4,105038	78,8369	39461,86	2,766248884
0	0	0	10,42	16,6914	3,550685	3	27,34345	0	11,78576	32,70605	81,14012	53,79667	0,28	77,64479561	21,74054277	161,8809	13504,32	0,671004	35,6013	13723,54	4,700894595
0	0	0	13,33	32,99867	17,75342	3	86,25894	0	48,95623	107,9118	263,75807	177,4991	0,28	196,3715502	54,98403405	646,4999	86378,4	0,339408	150,2689	87230,15	1,858721387
0	0	0	6,83	59,8446	29,91781	3	149,598	0	60,56067	135,4218	427,72048	278,1225	0,28	182,4726007	51,09232819	525,9864	74583,6	0,467878	84,89894	75245,58	2,000300312
0	0	0	148,23	2,625055	1,249315	3	6,373	0	3,082429	6,961921	17,824341	11,45134	0,28	173,7106584	48,63898436	472,997	67592,88	4,266578	107,8041	68222,32	2,10119519

Figura 33: Resultados Revisão Periódica para Local

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	M	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	M	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL	T
0,14	0,0738	0,014	0,64	1147,487	59,17808	14	1975,98	1,3	45,32984	272,9998	2536,653	560,673	4,86	18,82374387	91,48339521	180,8827	13776,48	0,423534	15,98231	15064,83	19,3904
0,14	35,034	1,2348	153,19	18,71497	3,780822	14	71,64648	1,3	17,22534	75,14552	225,9765	154,33	4,86	73,73775688	358,3654985	6268,773	211400,544	25,96851	1056,63	220084,3	4,949974
0,14	0,038	0,0014	0,56	750,3163	22,19178	14	1061,001	1,3	15,41215	110,4035	1202,489	141,4877	4,86	10,79544657	52,46587033	72,25293	4531,14	0,129545	7,309751	5663,169	33,81055
0,14	37,8315	0,084	146,15	22,02839	4,99726	14	91,99004	1,3	12,51104	54,06986	203,0359	111,0459	4,86	82,80222607	402,4188187	4459,634	266569,392	22,06244	725,3265	273156,8	4,408094
0,14	13,9995	1,1312	108,60	23,17354	4,109589	14	80,70779	1,3	8,159371	36,55145	140,8296	60,12178	4,86	64,72898749	314,5828792	1946,9	162901,05	8,388877	414,6743	166577,2	5,638896
0,14	37,5	2,31	114,95	11,03468	0,986301	14	24,8429	1,3	2,90111	14,61632	48,88461	24,04171	4,86	32,62440577	158,554612	849,4531	41382	17,61718	175,5161	43565,52	11,18794
0,14	2,115	0,1722	10,89	68,03111	3,550685	14	117,7407	1,3	11,78576	68,02475	229,6314	111,8907	4,86	19,05010936	92,58353149	397,1278	14109,8112	2,857516	77,36652	15676,89	19,15999
0,14	1,0933	0,1344	9,78	160,5212	17,75342	14	409,0691	1,3	48,95623	236,1292	797,467	388,3979	4,86	40,36851083	196,1909626	1145,601	63359,496	1,211055	241,1883	65942,48	9,041701
0,14	1,0258	0,21	5,84	269,7269	29,91781	14	688,5762	1,3	60,56067	293,1289	1290,589	602,0132	4,86	40,48539593	196,7590242	1075,066	63726,936	1,801823	157,0189	66155,78	9,015597
0,14	24,066	0,42	144,96	11,0593	1,249315	14	28,54971	1,3	3,082429	14,8245	52,93384	24,38413	4,86	41,23228389	200,3888997	1084,045	66099,936	17,57797	224,4844	68608,85	8,852287

Figura 34: Resultados com cálculo do tempo entre encomendas para US

etiquetagem	impostos	transporte	custo unitário total	EOQ	procura diária	LEAD TIME (dias)	M	desvio LEAD TIME	desvio procura diária	desvio padrão total	M	SS	custo cada encomenda	n° de encomendas por ano	custo anual encomenda	custo posse anual	custo de aquisição anual	custo unitário de ruptura	custo de ruptura anual	CUSTO TOTAL ANUAL	T
0,02	0,072	0,0448	0,5368	2013,96	59,17808	65	5860,536	7	45,32984	612,4468	7118,347	1257,812	12,6	10,72513736	135,1367308	303,9351	11594,88	0,625633	30,17684	13064,13	34,03219816
0,02	34,503	5,3224	154,8554	29,97137	3,780822	65	275,7248	7	17,22534	149,4618	582,6819	306,9571	12,6	46,04393735	580,1536106	12463,64	213700,452	42,04012	2124,465	229868,7	7,927210856
0,02	0,037	0,08935	0,51635	1257,479	22,19178	65	2699,945	7	15,41215	230,2839	2995,065	295,1207	12,6	6,441460294	81,1623997	119,2588	4182,435	0,200401	14,0736	5396,93	56,66416983
0,02	37,3345	0,3385	144,363	35,68739	4,99726	65	360,5093	7	12,51104	111,8734	590,2692	229,7599	12,6	51,11049655	643,9922565	8936,2	263318,112	35,30659	1482,435	275380,7	7,141390217
0,02	13,7505	3,7576	109,1981	37,21074	4,109589	65	304,334	7	8,159371	75,8799	429,1454	124,8113	12,6	40,31093805	507,9178194	3915,208	163797,15	13,54448	865,5891	170085,9	9,054614397
0,02	36,805	9,155	119,59	17,41944	0,986301	65	81,52902	7	2,90111	27,26502	126,376	44,84696	12,6	20,66657066	260,3987903	1601,211	43052,4	28,9332	340,6203	46254,63	17,66137237
0,02	2,075	0,5576	10,9526	109,213	3,550685	65	340,0075	7	11,78576	117,9787	534,0652	194,0577	12,6	11,86672418	149,5207247	680,8799	14194,5696	4,614837	134,9867	16159,96	30,75827788
0,02	1,0673	0,2792	9,5765	261,1646	17,75342	65	1415,137	7	48,95623	454,409	2162,574	747,4363	12,6	24,81193549	312,6303872	2102,086	62055,72	1,929817	454,594	65925,03	14,71066214
0,02	1,0051	0,467	5,8621	433,3262	29,91781	65	2377,984	7	60,56067	579,1143	3567,339	1189,355	12,6	25,20041336	317,5252083	2060,555	64014,132	2,90774	311,6093	67703,82	14,4838894
0,02	23,716	0,688	143,004	17,92828	1,249315	65	99,13376	7	3,082429	28,81696	146,5334	47,39967	12,6	25,43467824	320,4769458	2015,063	65209,824	28,11201	430,4931	68975,86	14,35048624

Figura 35: Resultados com cálculos do tempo entre encomendas para Ásia

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

Dias	Chegou encomenda?	stock inicial	posição de stock	Procura	Procura	Existe stock?	Ruptura?	Stock final	Posição de stock	Faz encomenda?	Posição de stock final	Tempo de entrega	Tempo de entrega	Chega no dia	Unidades em rutura	Houve substituição?	Disponibilidade prodB	Rutura verdadeira	Procura B	
1		3900	3900	70,51844229	71	71	0	3829	3829	1	5843	65,40011713	65	65	0	0,311814	0	1006	0	0
2	0	3829	5843	30,8774278	31	31	0	3798	5812	0	5812	66,55566363	-1	-1	0	0,827539	0	925	0	0
3	0	3798	5812	108,6742875	109	109	0	3689	5703	0	5703	55,46646327	-1	-1	0	0,472357	0	920	0	0
4	0	3689	5703	79,63564378	80	80	0	3609	5623	0	5623	58,54689839	-1	-1	0	0,302202	0	878	0	0
5	0	3609	5623	99,78721322	100	100	0	3509	5523	0	5523	74,38934439	-1	-1	0	0,79337	0	878	0	0
6	0	3509	5523	123,1377709	123	123	0	3386	5400	0	5400	56,62147706	-1	-1	0	0,281601	0	790	0	0
7	0	3386	5400	27,06245825	27	27	0	3359	5373	0	5373	63,99655228	-1	-1	0	0,552504	0	738	0	0
8	0	3359	5373	59,32148656	59	59	0	3300	5314	0	5314	65,64558222	-1	-1	0	0,915082	0	699	0	0
9	0	3300	5314	34,29252001	34	34	0	3266	5280	0	5280	63,57187393	-1	-1	0	0,139737	0	581	0	0
10	0	3266	5280	70,07222067	70	70	0	3196	5210	0	5210	68,48111723	-1	-1	0	0,514912	0	495	0	0
11	0	3196	5210	23,04488982	23	23	0	3173	5187	0	5187	72,85973094	-1	-1	0	0,178474	0	377	0	0

Figura 36: Folha de dados da simulação

A Substituibilidade dos Produtos na Gestão de Inventários

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
18	Dias	Chegou encomenda?	stock inicial	posição de stock	Procura	Procura	Existe stock ?	Ruptura?	Stock final	Posição de stock	Faz encomenda?	Posição de stock final	Tempo de entrega
19	1		4300	=C19	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E19<0;0;ARRED(E19;0))	=SE(F19<C19;F19;C19)	=SE(G19=F19;0;1)	=C19-G19	=D19-G19	=SE(J19<= \$B\$14;1;0)	=SE(K19=1;J19+\$B\$13;J19)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
20	2	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O19;A20)	=I19+B20*\$B\$13	=L19	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E20<0;0;ARRED(E20;0))	=SE(F20<C20;F20;C20)	=SE(G20=F20;0;1)	=C20-G20	=D20-G20	=SE(J20<= \$B\$14;1;0)	=SE(K20=1;J20+\$B\$13;J20)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
21	3	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O20;A21)	=I20+B21*\$B\$13	=L20	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E21<0;0;ARRED(E21;0))	=SE(F21<C21;F21;C21)	=SE(G21=F21;0;1)	=C21-G21	=D21-G21	=SE(J21<= \$B\$14;1;0)	=SE(K21=1;J21+\$B\$13;J21)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
22	4	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O21;A22)	=I21+B22*\$B\$13	=L21	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E22<0;0;ARRED(E22;0))	=SE(F22<C22;F22;C22)	=SE(G22=F22;0;1)	=C22-G22	=D22-G22	=SE(J22<= \$B\$14;1;0)	=SE(K22=1;J22+\$B\$13;J22)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
23	5	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O22;A23)	=I22+B23*\$B\$13	=L22	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E23<0;0;ARRED(E23;0))	=SE(F23<C23;F23;C23)	=SE(G23=F23;0;1)	=C23-G23	=D23-G23	=SE(J23<= \$B\$14;1;0)	=SE(K23=1;J23+\$B\$13;J23)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
24	6	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O23;A24)	=I23+B24*\$B\$13	=L23	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E24<0;0;ARRED(E24;0))	=SE(F24<C24;F24;C24)	=SE(G24=F24;0;1)	=C24-G24	=D24-G24	=SE(J24<= \$B\$14;1;0)	=SE(K24=1;J24+\$B\$13;J24)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)
25	7	=CONTAR.SE(\$O\$19:\$O24;A25)	=I24+B25*\$B\$13	=L24	=RtaNORMAL(\$B\$6;\$B\$7)	=SE(E25<0;0;ARRED(E25;0))	=SE(F25<C25;F25;C25)	=SE(G25=F25;0;1)	=C25-G25	=D25-G25	=SE(J25<= \$B\$14;1;0)	=SE(K25=1;J25+\$B\$13;J25)	=RtaNORMAL(\$B\$10;\$B\$11)

	N	O	P	Q	R	S	T	U
18	Tempo de entrega	Chega no dia	Unidades em rutura	Houve substituição?	Disponibilidade prodB	Rutura verdadeira	Procura B	
19	=SE(K19=1;ARRED(M19;0);-1)	=SE(K19=1;A19+N19-1;-1)	=SE(H19=1;F19-G19;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H19=1;Q19<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I19	=SE(R19=0;P19;SE(P19=0;0;SE(F19<S19;0;F19-S19)))	=SE(H19=0;0;SE(F19<S19;F19;S19))
20	=SE(K20=1;ARRED(M20;0);-1)	=SE(K20=1;A20+N20-1;-1)	=SE(H20=1;F20-G20;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H20=1;Q20<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I20	=SE(R20=0;P20;SE(P20=0;0;SE(F20<S20;0;F20-S20)))	=SE(H20=0;0;SE(F20<S20;F20;S20))
21	=SE(K21=1;ARRED(M21;0);-1)	=SE(K21=1;A21+N21-1;-1)	=SE(H21=1;F21-G21;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H21=1;Q21<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I21	=SE(R21=0;P21;SE(P21=0;0;SE(F21<S21;0;F21-S21)))	=SE(H21=0;0;SE(F21<S21;F21;S21))
22	=SE(K22=1;ARRED(M22;0);-1)	=SE(K22=1;A22+N22-1;-1)	=SE(H22=1;F22-G22;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H22=1;Q22<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I22	=SE(R22=0;P22;SE(P22=0;0;SE(F22<S22;0;F22-S22)))	=SE(H22=0;0;SE(F22<S22;F22;S22))
23	=SE(K23=1;ARRED(M23;0);-1)	=SE(K23=1;A23+N23-1;-1)	=SE(H23=1;F23-G23;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H23=1;Q23<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I23	=SE(R23=0;P23;SE(P23=0;0;SE(F23<S23;0;F23-S23)))	=SE(H23=0;0;SE(F23<S23;F23;S23))
24	=SE(K24=1;ARRED(M24;0);-1)	=SE(K24=1;A24+N24-1;-1)	=SE(H24=1;F24-G24;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H24=1;Q24<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I24	=SE(R24=0;P24;SE(P24=0;0;SE(F24<S24;0;F24-S24)))	=SE(H24=0;0;SE(F24<S24;F24;S24))
25	=SE(K25=1;ARRED(M25;0);-1)	=SE(K25=1;A25+N25-1;-1)	=SE(H25=1;F25-G25;0)	=RtaUNIFORM(0;1)	=SE(E(H25=1;Q25<= \$B\$2);1;0)	=produto B!!I25	=SE(R25=0;P25;SE(P25=0;0;SE(F25<S25;0;F25-S25)))	=SE(H25=0;0;SE(F25<S25;F25;S25))

Figura 37: Fórmulas da folha de dados de simulação

