

DEBORAH REGINA FUJISAWA OKUNO

REPOSIÇÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO NA  
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS ENVASADAS

São Paulo

2011



DEBORAH REGINA FUJISAWA OKUNO

REPOSIÇÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO NA  
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS ENVASADAS

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2011



DEBORAH REGINA FUJISAWA OKUNO

REPOSIÇÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO NA  
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS ENVASADAS

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

Orientador:

Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

São Paulo

2011

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Okuno, Deborah Regina Fujisawa**

**Reposição de estoques: um estudo de caso na distribuição  
de águas envasadas / D.R.F. Okuno. -- São Paulo, 2011.  
128 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Logística 2. Controle de estoques 3. Água envasada  
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento  
de Engenharia de Produção II. t.**

*Dedico esse trabalho aos meus pais, Shirley e Kenney, por sempre me apoiarem e me incentivarem ao longo dos meus estudos.*





## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Professor Marco Aurélio de Mesquita, pela orientação, acompanhamento, dedicação e paciência ao longo deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e aos professores do departamento de Génie Industriel da École des Ponts ParisTech por todos os ensinamentos que contribuíram para a minha dupla formação acadêmica no Brasil e na França.

Aos meus colegas de trabalho da Danone Eaux France, pela incrível experiência profissional e pelos ótimos momentos juntos.

Aos meus pais e ao meu irmão, por todo apoio, confiança, amor e carinho mesmo com a distância. Sem vocês nada disso teria sido possível.

E aos meus amigos brasileiros, franceses, chineses, canadenses, tunisianos, espanhóis... por me acompanharem ao longo dessa trajetória.



*“Não é o que você faz, mas quanto amor você dedica no que faz que realmente importa.”*

*Madre Teresa de Calcutá*



## RESUMO

O presente trabalho analisa e propõe melhorias para a reposição de estoque de águas envasadas da *Danone Eaux France* (DEF) em cinco centros de distribuição de uma rede de supermercados da França (Grupo Auchan). Atualmente, o estoque de produtos da DEF nos CDs da Auchan (CDAs) é gerenciado pela DEF, por meio de um sistema integrado, em que o cliente passa diariamente a movimentação e o estoque em cada CDA. Esse sistema identifica as necessidades de reposição para cada um dos produtos em cada um dos CDAs e sugere quantidades de expedição, que serão validadas pelo cliente e fornecedor. O modelo de reposição utilizado é uma variação do modelo de revisão contínua  $\langle r, Q \rangle$ , com o ponto de pedido expresso por uma cobertura mínima em dias. Atualmente essa cobertura mínima é a mesma para todos os produtos e CDAs, igual a sete dias de demanda média. Este trabalho revisa os valores de ponto de pedido, bem como sugere boas práticas para aperfeiçoar o processo de gestão de estoques. Para isso, foi realizada uma análise crítica dos processos, em relação ao modo de transporte, a sazonalidade e a gestão de produtos promocionais, aspectos de grande importância no mercado de águas envasadas. Paralelamente, desenvolveu-se um modelo de simulação, representando o funcionamento real do sistema. A partir desse modelo, valores de cobertura mínima foram testados até encontrar aquele que apresentasse o melhor desempenho, respeitando o nível de serviço mínimo. Por fim, esses novos valores de cobertura mínima foram implantados, juntamente com as práticas sugeridas, reduzindo os níveis de estoque nos CDAs.

Palavras-chave: Controle de Estoque, reposição contínua, cobertura, VMI, Águas envasadas.



## ABSTRACT

This work analyzes and proposes improvements in the inventory control system for bottles of water of *Danone Eaux France* (DEF) in five distribution centers of a supermarket chain in France (Auchan). Currently, the inventory of DEF products in the DCs of Auchan (DCAs) is managed by DEF, through an integrated system in which the client sends daily the movements and inventory levels in each DCA. This system identifies the needs of replenishment for each product in each DCAs and suggests the expeditions, which will be validated by the customer and supplier. The model used is a variation of continuous review model  $\langle r, Q \rangle$ , with the reorder point expressed by a minimum coverage in days. Currently this minimum coverage is at the same value for all products and DCAs, equal to seven days of average demand. This work reviews the values of the reorder point, and suggests good practices to improve the inventory management. For this, a critical analysis of the processes was made regarding mode of transportation, seasonality and management of promotional products, important issues in the market of bottled water. In parallel, a simulation model was developed representing the actual operation of the system. In this model, values for the minimum coverage were tested to find the one that performs the best, respecting the minimum service level. Finally, these new values of minimum coverage were implemented, along with the suggested practices, reducing inventory levels in DCAs.

Keywords: Inventory Management, Continuous Review, Coverage, VMI, Bottle of water.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Marcas de água da <i>Danone Eaux France</i> .	16
Figura 2: Plantas, centros de distribuição e sedes administrativas da DEF.	17
Figura 3: Prestadores logísticos - <i>Norbert Dentressangle</i> e <i>Geodis BM</i> .	19
Figura 4: Organograma SCF.	20
Figura 5: Ciclo de um pedido	22
Figura 6: Logo do Grupo Auchan.	23
Figura 7: Distribuição dos hipermercados Auchan na França.	23
Figura 8: Localização dos produtos de acordo com a demanda.	25
Figura 9: Entrega direto da planta versus entrega pelo CDD.	25
Figura 10: Locais de Armazenagem e Expedição dos produtos DEF.	27
Figura 11: Localização geográfica dos CDDs, plantas e CDAs.	28
Figura 12: Abastecimento tradicional.	34
Figura 13: Processo de reposição de estoques gerenciado pelo fornecedor.	34
Figura 14: Estoque de segurança.	37
Figura 15: Curva de custo de estoque em relação ao nível de serviço.	39
Figura 16: Efeito chicote.	40
Figura 17: Classificação dos modelos de reposição de estoque.	43
Figura 18: Modelo de revisão periódica.	44
Figura 19: Modelo de ponto de pedido.	46
Figura 20: Ponto de pedido dinâmico ( $s_k$ , $Q$ ).	49
Figura 21: Campanhas publicitárias da Evian (bebês) e Volvic (natureza).	54
Figura 22: Repartição do mercado de águas na França.	55
Figura 23: Sazonalidade no mercado de águas envasadas.	56
Figura 24: Coeficiente médio de sazonalidade (2006 a 2010).	57
Figura 25: Coeficiente de sazonalidade por tipo de água.	58
Figura 26: Impacto da temperatura no coeficiente de sazonalidade.	58
Figura 27: Promoção do tipo <i>Virtual Lot</i> (Badoit) e do tipo <i>Hard Selling</i> (Volvic).	59
Figura 28: Saídas em Douai de Evian 1,5l em 2009, durante uma promoção.	60
Figura 29: Base de dados com o efeito de canibalização.	61
Figura 30: Representação da técnica cross-docking.	63
Figura 31: Pilotagem do estoque antes e depois de uma promoção.	65



Figura 32: Entregas semanais de Evian 1,5l para o CDA de Marolles (2010).....	66
Figura 33: Objetos do <i>software</i> OCS.....	70
Figura 34: Unidades associadas a uma referência. ....	71
Figura 35: Gerentes comerciais DEF e os gerentes de compra Auchan.....	76
Figura 36: Representação do modelo de reposição. ....	79
Figura 37: Cálculo de necessidade bruta. ....	80
Figura 38: Fluxograma do processo. ....	82
Figura 39: Parte do histórico de vendas.....	90
Figura 40: Parte do histórico de promoções do produto.....	90
Figura 41: Tela da planilha do modelo de simulação.....	92
Figura 42: Fluxograma do modelo de simulação. ....	93
Figura 43: Repartição das vendas por CDA (2009 e 2010).....	94
Figura 44: Lista de promoções por família.....	95
Figura 45: Estoque sazonal por referência (2009 e 2010).....	96
Figura 46: Saídas em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l. ....	97
Figura 47: Entradas em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.....	97
Figura 48: Estoque em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.....	98
Figura 49: Cobertura de estoque em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.....	98
Figura 50: Cobertura média de estoque em dias por referência (2009 e 2010).....	99
Figura 51: Estoque final real vs estoque final simulação para Evian 2l em Loire. ....	103
Figura 52: Saídas no CDA de Nimes da Salvetat 1,25l.....	104
Figura 53: Estoque final real vs estoque final simulação para Salvetat 1,25l em Nimes. ....	104
Figura 54: Saídas no CDA de Marolles da Evian 1,5l. ....	105
Figura 55: Estoque final real vs estoque final simulação para Evian 1,5l em Marolles.....	106



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução das vendas de abril 2011/ abril 2010. ....	18
Tabela 2: CMV em 2010 para os Grandes Varejistas da França.....	25
Tabela 3: Repartição dos produtos em famílias.....	26
Tabela 4: Classificação dos modelos reativos. ....	42
Tabela 5: Exemplo de informações enviadas pela Auchan diariamente. ....	74
Tabela 6: Exemplo do cálculo do estoque 6 dias úteis adiante. ....	78
Tabela 7: Tamanho do lote por produto. ....	79
Tabela 8: Exemplo com demanda constante igual a 12 paletes/ dia. ....	84
Tabela 9: Exemplo com demanda constante igual a 4 paletes/ dia. ....	86
Tabela 10: Exemplo com demanda média igual a 12 paletes/ dia.....	87
Tabela 11: Exemplo com demanda média igual a 4 paletes/ dia.....	88
Tabela 12: Dados de entrada do modelo. ....	91
Tabela 13: Pilares versus multimarcas em 2009 e 2010.....	94
Tabela 14: CMV por CDA em 2009 e 2010.....	94
Tabela 15: Quantidade de promoções em 2009 e 2010.....	96
Tabela 16: Objetivos de cobertura média de estoque em dias por referência (2011).....	100
Tabela 17: Nível de serviço CDAs em 2010 por referência.....	100
Tabela 18: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (24 meses).....	101
Tabela 19: Cobertura média obtida na simulação (em dias). ....	101
Tabela 20: Demanda média em paletes por referência no período simulado (2009/ 2010) e razão entre o tamanho do lote e a demanda média. ....	102
Tabela 21: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (12 meses).....	106
Tabela 22: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (6 meses).....	106
Tabela 23: Resultados no final de junho de 2011 vs objetivos de estoque. ....	107
Tabela 24: Nível de serviço em junho de 2011. ....	108



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CD: Centro de Distribuição

CDA: Centro de Distribuição da Auchan

CDD: Centro de Distribuição da DEF

CMV: Custo da Mercadoria Vendida

DEF: Danone Eaux France

EDI: Electronic Data Interchange

GPA: Gestion Partagée des Approvisionnements

HS: Hard Selling

OCS: Optimisation des Commandes et des Stocks

SCF: Supply Chain France

SKU: Stock Keeping Units

VL: Virtual Lot

VMI: Vendor Managed Inventory





## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	15
1.1.	Apresentação da empresa .....	15
1.1.1.	O Grupo Danone .....	15
1.1.2.	A divisão Danone Eaux France (DEF) .....	16
1.1.3.	Cadeia de Suprimentos DEF .....	18
1.1.4.	O Serviço ao Cliente .....	21
1.1.5.	Parceria Auchan e DEF .....	23
1.1.6.	Plano de estágio .....	24
1.2.	Formulação do problema.....	24
1.3.	Objetivos do estudo .....	28
1.4.	Relevância do trabalho .....	29
1.5.	Estrutura do trabalho .....	29
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	31
2.1.	Planejamento colaborativo .....	31
2.2.	Gestão de estoque.....	36
2.3.	Modelos de reposição de estoques (local único).....	41
2.3.1.	Modelos reativos .....	43
2.3.2.	Modelos ativos .....	47
2.4.	Controle de estoques dinâmico .....	48
2.5.	Simulação de modelos de reposição de estoques .....	50
3.	ANÁLISE DA GESTÃO DE ESTOQUE NA DEF .....	53
3.1.	Mercado de águas envasadas.....	53
3.2.	Análise do comportamento da demanda .....	57
3.3.	Sugestões de melhorias no processo de controle de estoques DEF .....	61
4.	CALIBRAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLE DE ESTOQUE.....	69
4.1.	Controle de estoque de produtos DEF nos CDAs .....	69
4.1.1.	Software OCS .....	69
4.1.2.	Detalhamento do processo de reposição de estoque .....	73



4.2.	Um modelo de simulação da operação.....	89
4.3.	Coleta de dados para a simulação .....	93
4.3.1.	Dados de entrada .....	93
4.3.2.	Indicadores de desempenho .....	99
4.4.	Apresentação e Discussão dos Resultados .....	101
4.4.1.	Resultados da simulação .....	101
4.4.2.	Análise de sensibilidade.....	106
4.4.3.	Implantação dos resultados .....	107
5.	CONCLUSÕES .....	109
5.1.	Síntese do trabalho .....	109
5.2.	Limitações/ Análise crítica.....	110
5.3.	Desdobramentos .....	111
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113



## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de formatura foi desenvolvido no setor Serviço ao Cliente da empresa Danone Eaux France (DEF) em Paris, França. O estágio foi realizado entre 15 de fevereiro e 5 de agosto de 2011, em tempo integral, dentro do programa de Diploma Duplo oferecido pelo convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e a École des Ponts ParisTech.

Neste capítulo, serão apresentados a empresa e o plano de estágio do trabalho desenvolvido. Em seguida, discutem-se o problema de reposição de estoques, os objetivos, a relevância e por fim a estrutura do trabalho.

### 1.1. Apresentação da empresa

Nesta seção, apresenta-se a empresa em estudo, descrevendo seu histórico, seus produtos e a estrutura organizacional do departamento onde foi realizado o estágio.

#### 1.1.1. O Grupo Danone

O Grupo Danone foi criado em 1966 da fusão de duas empresas de vidro francês: *Verrerie Souchon Neuvesel* e *Glaces de Boussins*. Com o passar dos anos, o grupo começou a diversificar as áreas de atuação, incluindo a produção de bens de consumo. Somente em 1973, o setor alimentício consolida-se como o principal foco da empresa.

Hoje, o Grupo Danone é um dos líderes mundiais no setor agroalimentar, com mais de 100 mil funcionários e uma receita bruta de mais de €17 bi (2010). Com um forte posicionamento em torno da saúde e do bem-estar, expresso em sua missão “levar saúde e nutrição para o maior número de pessoas”, o grupo consegue diferenciar-se dos seus concorrentes. As suas atividades podem ser divididas em quatro pólos:

- **Produtos Lácteos Frescos:** representa o maior e mais importante pólo, com mais de 57% da receita do grupo. Atualmente, o Grupo Danone é líder mundial neste segmento.
- **Águas envasadas:** responsável por 17% da receita, este pólo é dividido em marcas internacionais e nacionais. A Danone é a segunda maior produtora de água envasada no mundo.

- **Nutrição infantil:** cerca de 20% da receita do grupo é gerada por este pólo.
- **Nutrição médica:** 6% da receita são originárias dos produtos deste novo pólo, no qual a Danone é vice-líder mundial.

Outro grande diferencial do grupo Danone em relação à concorrência é a sua política humana e social, sua forte cultura de valores (abertura, entusiasmo, humanismo e proximidade) e seu compromisso sócio-ambiental (por exemplo, a criação do “*Danone Communities*” que sustenta o “*social business*”, isto é, programas de cunho social, autossustentáveis).

### 1.1.2. A divisão Danone Eaux France (DEF)

Em 2002, o Grupo Danone criou a *Danone Eaux France* (DEF) para agrupar as atividades do pólo águas que estavam divididas em duas sociedades distintas: *Société Anonyme des Eaux Minérales Evian* (SAEME) e *Société des Eaux de Volvic* (SEV).

Hoje a DEF é vice-líder mundial em faturamento de água, com um portfólio de cinco marcas de água mineral natural, mineral gasosa e aromatizada (Figura 1). Essas marcas correspondem a um total de aproximadamente 40 *Stock Keeping Units* (SKUs), incluindo diferentes volumes e aromas.



**Figura 1:** Marcas de água da *Danone Eaux France*.

Duas das cinco marcas de água engarrafada mais vendidas no mundo são da Danone: Evian e Volvic. A marca Evian é líder de vendas no mundo, presente em mais de 130 países. Já a marca Volvic é vendida em 40 países, principalmente na Europa. As demais marcas são vendidas exclusivamente na França.

Na França, a água mineral é definida como a água retirada de uma fonte específica, que possui uma composição físico-química especial. Essa composição diferenciada, reconhecida pela “*Académie Nationale de Médecine*” da França, propicia propriedades benéficas à saúde de seus consumidores.

As marcas de água da Danone são do tipo mineral. A única marca da DEF que não é considerada mineral é a Taillefine. Além disso, o envasamento dessa marca, diferentemente das outras, é feito em instalações de terceiros, junto a sua fonte.

As plantas de envasamento da DEF estão instaladas próximas às fontes de captação. Desta forma, para que as garrafas das marcas Evian e Volvic sejam vendidas em todo o mundo, é necessária uma logística que assegure não apenas a distribuição no mercado francês, mas também no mundo inteiro. Isso agrega importantes custos de transportes no custo final do produto.

A DEF possui quatro plantas próprias próximas às fontes de água mineral (Evian, Volvic, Badoit e Salvetat) e uma planta terceirizada (Taillefine), duas sedes administrativas (em Rungis e Evian) e dois centros de distribuição (Ambérieu e Brétigny). No total, são mais de 2 570 empregados. A Figura 2 mostra a distribuição geográfica das plantas, centros de distribuição e sedes administrativas.



**Figura 2: Plantas, centros de distribuição e sedes administrativas da DEF.**

Em 2010, as vendas da DEF alcançaram os €440 mi, representando um crescimento de 5,3% em relação a 2009. Acredita-se que o crescimento das vendas da divisão águas é resultado da bem sucedida estratégia de marketing focada nos benefícios de saúde de suas marcas.

A Tabela 1 mostra a evolução do percentual de vendas em volume por marca, de abril de 2011 em relação a abril de 2010:

**Tabela 1: Evolução das vendas de abril 2011/ abril 2010.**

Produto	Evolução abril 2010/ abril 2011
<b>Evian</b>	+3,8%
<b>Volvic</b>	+6%
<b>Badoit</b>	-6,7%
<b>Salvetat</b>	+47,8%
<b>Salvetat arom</b>	+33,9%
<b>Volvic arom</b>	-1,7%
<b>Taillefine Fiz</b>	-11,2%
<b>França</b>	+6,2%

**Fonte: revista de divulgação interna DEF (05/2011).**

Hoje a DEF classifica seus clientes em três grandes categorias: Grandes Varejistas, Bares e Restaurantes e Exportação.

### *1.1.3. Cadeia de Suprimentos DEF*

Em 2002 foi criada a *Supply Chain* DEF. A fim de diferenciar as particularidades dos fluxos logísticos do mercado francês e do mercado internacional, a gestão da *Supply Chain* da DEF foi dividida em:

- ***Supply Chain France (SCF)***: dedicada à distribuição para o mercado francês;
- ***Supply Chain Export (SCE)***: dedicada aos fluxos de exportação.

Essa divisão na empresa foi feita para atender melhor os pedidos específicos dos clientes estrangeiros (em mais de 130 países), mercado em forte crescimento. Além disso, com essa divisão, pretendia-se estimular o mercado em estagnação na França, por meio, por exemplo, de ofertas promocionais.

Os maiores clientes da DEF são as grandes redes de supermercados, que em seguida fornecem os produtos aos consumidores finais.



O presente trabalho foi desenvolvido na *Supply Chain France* (SCF) e, por isso, as informações apresentadas adiante correspondem apenas à divisão responsável pelo mercado francês.

O objetivo da SCF é de melhor servir ao cliente, reduzindo os custos e também o impacto ambiental. Por isso, sua meta para 2011 é ter uma taxa de serviço a 95% (versus 91% em 2010) e reduzir o impacto carbono em 6%.

No total, a estrutura da SCF dispõe de aproximadamente 50 colaboradores divididos entre duas sedes administrativas (Rungis e Evian). Esses colaboradores estão distribuídos em quatro equipes: planejamento, operações logísticas, armazenagem e serviço ao cliente.

A equipe de Planejamento mantém contato com as plantas e é responsável por realizar as previsões de vendas e o planejamento da produção. O trabalho dos previsionistas consiste em antecipar a demanda futura, baseado em informações fornecidas pelas equipes de Marketing, Vendas e Finanças. Já os planejadores devem planejar a produção de acordo com a cadência de cada linha, os tempos de *setup*, assim como antecipar problemas na capacidade de produção.

A equipe de Operações logísticas é relativamente recente e teve um grande crescimento com o desenvolvimento dos centros de distribuição multimarcas e a passagem de um modo de entrega *Ex Work* (em que o cliente é responsável pelo transporte do produto) a um modo de entrega *Free Carrier* (em que a responsabilidade pelo transporte passa a ser do fornecedor) – entre 2006 e 2007. Este serviço é dividido em duas equipes: uma responsável pelo transporte rodoviário e outra responsável pelos CDs (centros de distribuição). A equipe transporte rodoviário gerencia dois prestadores de serviços logísticos (*Norbert Dentressangle* e *Geodis BM* - Figura 3) que são responsáveis por realizar o transporte entre a DEF e seus clientes. Já a equipe dos CDs é responsável por assegurar a confiabilidade dos dados de estoque armazenados no sistema, gerenciar as equipes locais dos CDs e armazéns junto às plantas e determinar os pontos de expedição para cada um dos pedidos.



Figura 3: Prestadores logísticos - *Norbert Dentressangle* e *Geodis BM*.

O serviço de Armazenamento é responsável pela pilotagem dos estoques nos CDs da DEF, garantindo a disponibilidade do produto. Para ajustar adequadamente o nível de estoque,

este serviço pode realizar transferências internas por meio do transporte ferroviário entre os CDs e as plantas. Igualmente, sinaliza aos outros serviços quando existem riscos de falta.

Por fim, o Serviço ao cliente é responsável pela gestão dos pedidos, desde a recepção até a entrega e o faturamento. Também é responsável pela resolução de litígios, pelo respeito das condições gerais de venda, pelo gerenciamento em VMI (*Vendor Managed Inventory*) e pela negociação com o cliente do volume de estoque consignado. O serviço ao cliente participa ativamente no desenvolvimento e implantação de projetos e parcerias logísticos com os clientes.

A Figura 4 apresenta o organograma atual da SCF.

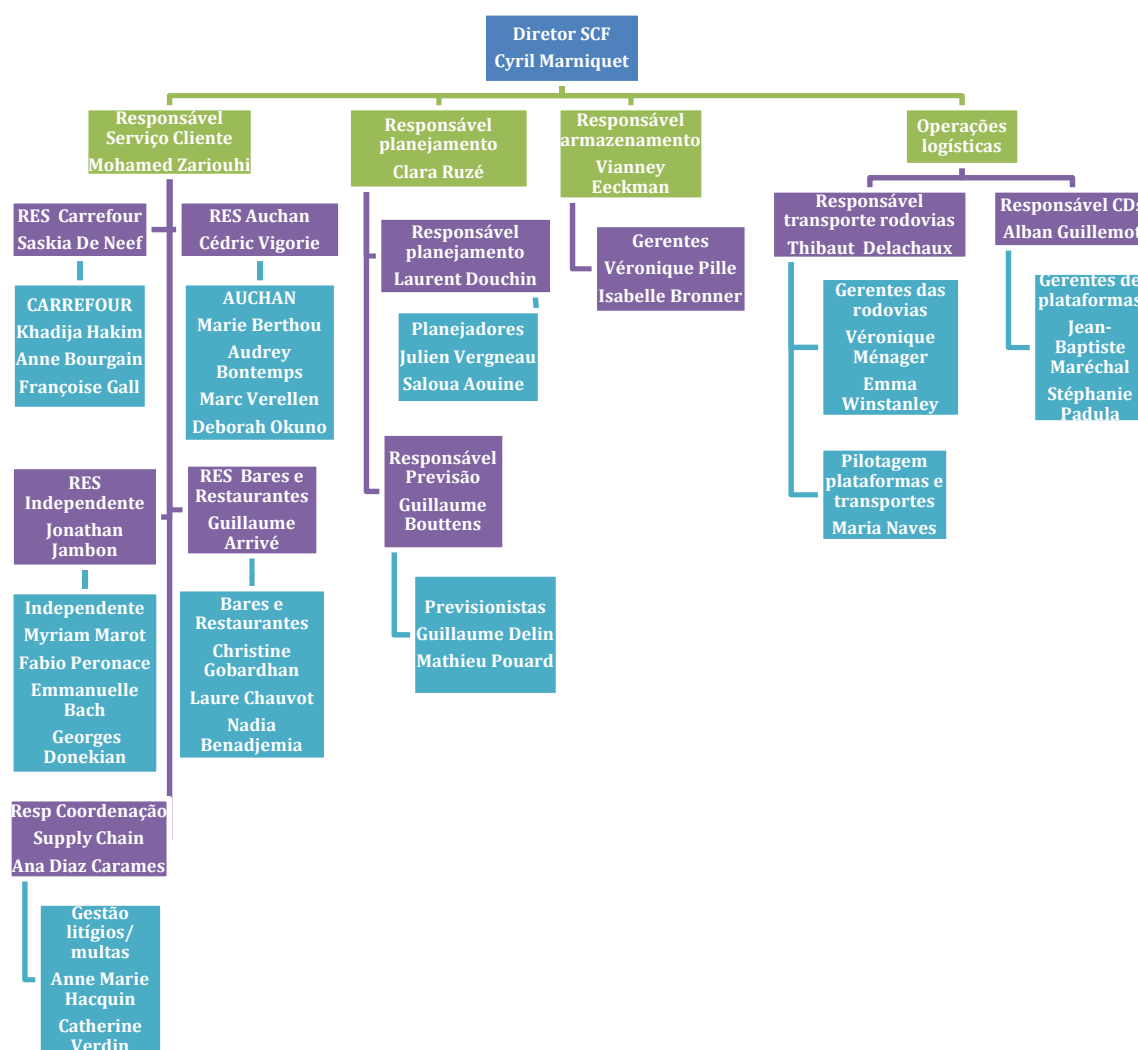


Figura 4: Organograma SCF.

#### *1.1.4. O Serviço ao Cliente*

O serviço ao cliente é dividido em quatro grupos. Cada grupo possui uma rede de distribuição específica (um ou mais clientes com perfis semelhantes) sob a supervisão de um responsável. Assim tem-se:

- **Pólo Carrefour** composto principalmente pelo Carrefour, Carrefour Market e Ed (rede de supermercado do Grupo Carrefour voltada para as classes C, D e E). Este é o maior cliente em termos de faturamento, com o qual as parcerias mais bem sucedidas são assinadas;
- **Pólo Auchan** inclui três clientes muito importantes em volume (Auchan, Provera e EMC) com os quais a DEF possui uma série de parcerias;
- **Pólo Independente** é uma divisão que está crescendo nos últimos anos, incluindo as redes Leclerc, Système U e Intermarché;
- **Pólo Bares e Restaurantes** é um pólo muito específico, incluindo grandes clientes (como McDonalds), e pequenos bares ou redes de restaurantes.

Dentro de cada grupo, há gerentes comerciais que administram uma carteira de clientes. A missão de um gerente comercial é garantir um relacionamento eficaz e construtivo com o cliente, de forma a tornar tal relação uma vantagem competitiva para a DEF. Ele é responsável pelo gerenciamento dos pedidos de seus clientes, desde o recebimento do pedido até a entrega final ao cliente, visando fornecer o melhor nível de serviço possível.

No processo convencional, o serviço ao cliente da DEF recebe os pedidos enviados por fax ou EDI. Em seguida, a equipe verifica se as Condições Gerais de Venda foram respeitadas e confere a disponibilidade dos produtos em seus CDs ou plantas. O pedido é então validado no Sistema Integrado de Gestão Empresarial, SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*). Com a validação do pedido, uma ordem de transporte é criada e enviada aos prestadores logísticos. Eles são responsáveis por alocar o pedido a um transportador, que realizará o transporte de ponto a ponto.

Dois modos de transporte podem ser utilizados: o ferroviário e o rodoviário. Nos últimos anos, a DEF utiliza principalmente o rodoviário por razões de flexibilidade. O ferroviário é usado para transportar grandes volumes das plantas até os CDs da DEF.

Nos locais de expedição dos produtos da DEF, o pedido é preparado para o carregamento. Junto com os produtos, há um comprovante de entrega, que deve ser assinado pelo motorista, atestando as quantidades e os produtos transportados. No momento da entrega

final, esse documento também deve ser assinado pelo cliente, confirmando o recebimento das mercadorias.

Após a entrega do pedido, o sistema SAP cria uma fatura, que será enviada ao cliente nos próximos dias. A cobrança pelo pagamento dessa fatura faz parte do trabalho da Contabilidade e do Serviço ao Cliente.

Quando o cliente se recusa a pagar uma fatura, a equipe de contabilidade registra um novo litígio no sistema SAP. O gerente comercial deve analisar e resolver o litígio junto ao seu cliente.

A Figura 5 apresenta o ciclo de um pedido, desde a sua recepção até a entrega final e o pagamento da fatura.



Figura 5: Ciclo de um pedido

O serviço ao cliente contribui para o desenvolvimento de promoções, eventos especiais (como campanhas de marketing) e lançamentos de novos produtos junto aos seus clientes. Assim, o serviço ao cliente é um importante ator no controle de custos da cadeia de suprimentos, seja pela gestão do transporte, pela resolução de litígios, por nivelar os pedidos, etc.

Dentro desse serviço há também um coordenador de fluxo que é responsável pela interface com as plantas, pela gestão das faltas dos produtos (que podem ocorrer por diversas

razões, como o baixo desempenho de uma linha de produção, ou uma greve em uma planta) e pela negociação de multas que os clientes podem aplicar.

#### 1.1.5. Parceria Auchan e DEF

Um dos clientes mais importantes da DEF é o grupo Auchan, a segunda maior rede de supermercados da França, atrás apenas do Grupo Carrefour. Em 2010, teve um faturamento de €42,5 bi, dos quais €15,2bi apenas na França.



Figura 6: Logo do Grupo Auchan.

O grupo Auchan, criado em 1961, foi o pioneiro no conceito de Hipermercados. Atualmente possui mais de 515 hipermercados espalhados pelo mundo, incluindo os 124 na França (Figura 7).



Figura 7: Distribuição dos hipermercados Auchan na França.

Por ser um de seus maiores clientes, o Grupo Auchan possui diversas parcerias com a DEF. Entre elas, destaca-se o gerenciamento de estoques pelo fornecedor (VMI – *Vendor Managed Inventory*), em que a DEF é responsável por gerenciar o estoque nos cinco CDs do

Grupo Auchan (CDA) que estão espalhados pela França. A troca de informações ocorre por meio do sistema EDI (*Electronic Data Interchange*), possibilitando que a DEF conheça a posição de estoque de cada um de seus produtos nos CDAs, podendo assim sugerir as quantidades de reabastecimento, que estão sujeitas à aprovação do cliente. Esse estoque nos CDAs pertence ao cliente a partir da recepção dos produtos.

Essa relação de colaboração entre os dois grupos existe há mais de cinco anos e resulta em ganhos de produtividade para ambas as partes. A confiança da Auchan na gestão do seu estoque pela DEF pode ser percebida na baixa porcentagem de pedidos alterados pelo cliente, não passando de 5% do total de pedidos ao ano.

Em 2011, a Supply Chain da Auchan, dentro de sua política de redução de custos, pediu um estudo de viabilidade da redução do nível de estoque em seus CDs, sem que o nível de serviço seja comprometido.

#### *1.1.6. Plano de estágio*

O estágio foi realizado na DEF em Rungis, próximo à região parisiense, durante os meses de fevereiro a agosto de 2011, na área de Serviço ao Cliente do Pólo Auchan.

Como estagiária, a autora do trabalho era responsável por gerenciar os pedidos de uma carteira de clientes, além de auxiliar os colegas de equipe quando necessário. Além disso, foi responsável pelo gerenciamento do estoque no CD de Nimes, um dos CDAs em VMI.

O presente trabalho descreve o projeto desenvolvido nos CDAs, com o objetivo de reduzir os estoques, focando na calibração dos parâmetros da gestão em VMI e nas melhorias do processo de reposição de estoque.

## **1.2. Formulação do problema**

A DEF possui cinco marcas de produtos: Evian, Volvic, Salvetat, Badoit e Taillefine. A Tabela 2 apresenta a repartição das vendas em 2010 nos grandes varejistas da França. Cada uma dessas marcas está associada a uma fonte específica localizada na França. Em cada fonte, há uma planta responsável pelo envasamento do produto em embalagens de diferentes volumes (330ml, 500ml, 1l, 1,5l etc). Todas as plantas são próprias à DEF, com exceção da planta da marca Taillefine, que é operada por terceiros.

Após o envase, o produto é paletizado e estocado no armazém junto à planta ou expedido para um dos dois Centros de Distribuição da DEF (CDD).

Tabela 2: CMV em 2010 para os Grandes Varejistas da França

Marca	CMV (M€)	% CMV	% Acumulada
<b>Evian</b>	171,4	39,0%	39,0%
<b>Volvic</b>	91,2	20,8%	59,8%
<b>Badoit</b>	82,3	18,7%	78,6%
<b>Salvetat</b>	72,4	16,5%	95,0%
<b>Taillefine</b>	21,7	5,0%	100,0%
<b>Total</b>	439,1	100%	

Nas plantas são estocados apenas os itens de maior demanda, denominados itens pilares. Esses itens são expedidos diretamente das plantas de envase para os CDs dos clientes, reduzindo a distância total percorrida por estes produtos e, portanto, os custos de transporte. Os demais itens, que compõem uma família de produtos denominada multímarcas, são expedidos primeiro para os CDDs, de onde saem posteriormente para abastecer os CDs dos clientes. A Figura 8 resume o posicionamento dos estoques da DEF e a Figura 9 apresenta os possíveis caminhos de expedição (direto da planta ou passando pelo CDD).

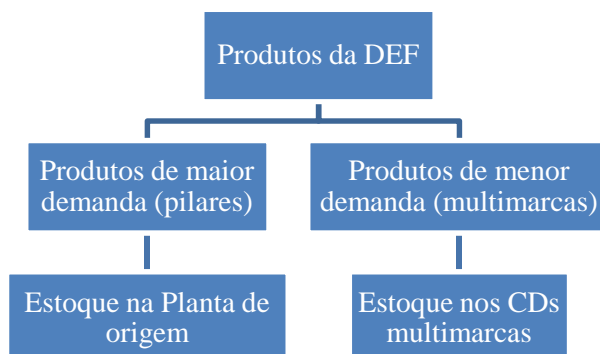


Figura 8: Localização dos produtos de acordo com a demanda.

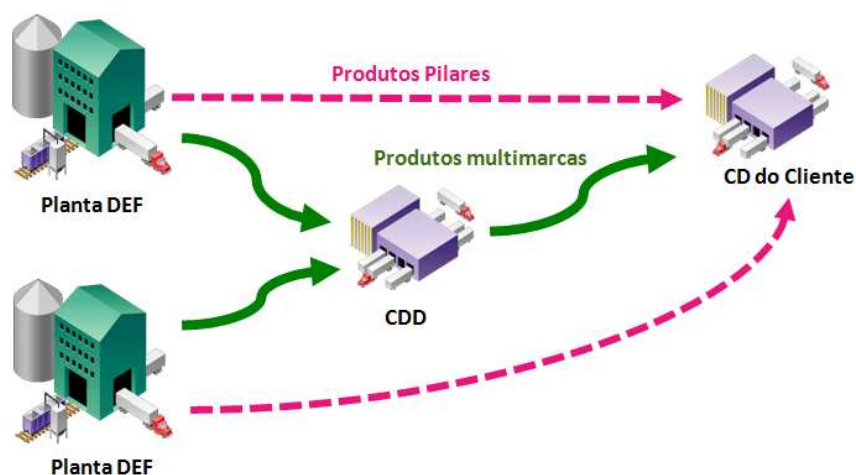


Figura 9: Entrega direta da planta versus entrega pelo CDD.

Por serem produtos pesados, volumosos e com baixa relação preço por peso e volume, os custos de transporte representam uma parcela significativa do custo final das águas envasadas. Além disso, o setor do transporte rodoviário na França está operando atualmente em sua capacidade máxima e em alguns momentos em falta.

Medidas estão sendo adotadas pela DEF nos últimos anos para assegurar a sua capacidade de transporte, a fim de não comprometer o nível de serviço ao cliente. Uma das práticas utilizadas pela DEF é a consolidação das cargas, conseguida por meio de uma política de descontos nos pedidos de carga completa, com tarifas variáveis de acordo com a quantidade de paletes transportadas. Essa prática, além de reduzir os custos de transporte, atende aos objetivos de redução das emissões de CO<sub>2</sub> da equipe *Supply Chain* DEF.

Existem seis famílias de produtos da DEF, como apresentado na Tabela 3. Há cinco famílias de um único produto de alta demanda e uma família multimarcas, com múltiplos itens. Os pedidos de reposição de estoques são colocados por família de produto, isto é, um pedido deve conter apenas itens de uma mesma família de produtos. Cada família está armazenada na sua planta de origem ou nos CDDs e, por isso, pedidos com itens de mais de uma família devem ser abastecidos em origens distintas, representando maiores custos de transporte.

**Tabela 3: Repartição dos produtos em famílias.**

Família	Categoria	Produto	Local de estocagem	Volume em 2010 (em milhões de litros) para os Grandes Varejistas
<b>Evian 1,5l</b>	Pilar	Evian 1,5l	Evian	422,1 (29,3%)
<b>Evian 2l</b>	Pilar	Evian 2l	Evian	62,2 (4,4%)
<b>Volvic 1,5l</b>	Pilar	Volvic 1,5l	Volvic	283,0 (19,7%)
<b>Badoit Vert 1l</b>	Pilar	Badoit Vert 1l	Badoit	86,0 (6,0%)
<b>Salvetat 1,25l</b>	Pilar	Salvetat 1,25l	Salvetat	219,6 (15,3%)
<b>Multimarcas</b>	Multimarcas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evian (0,33l, 0,5l, 1l)</li> <li>- Volvic (0,5l, 8l)</li> <li>- Volvic Aromatizada 0,33l, 0,5l e 1,5l</li> <li>- Badoit Vert 0,5l</li> <li>- Badoit Rouge (0,33l e 1l)</li> <li>- Salvetat Aromatizada 1,25l</li> <li>- Taillefine 0,5l e 1,5l</li> <li>- Taillefine Fiz 1,5l</li> </ul>	CDDs	366,0 (25,4%)



A Figura 10 apresenta os locais de armazenagem dos produtos DEF em sua rede de distribuição. A única marca que não possui armazenagem junto à planta é a Taillefine, pois esta marca possui apenas produtos de menor demanda (multimarcas). Neste caso, todos os seus produtos são armazenados nos CDDs.

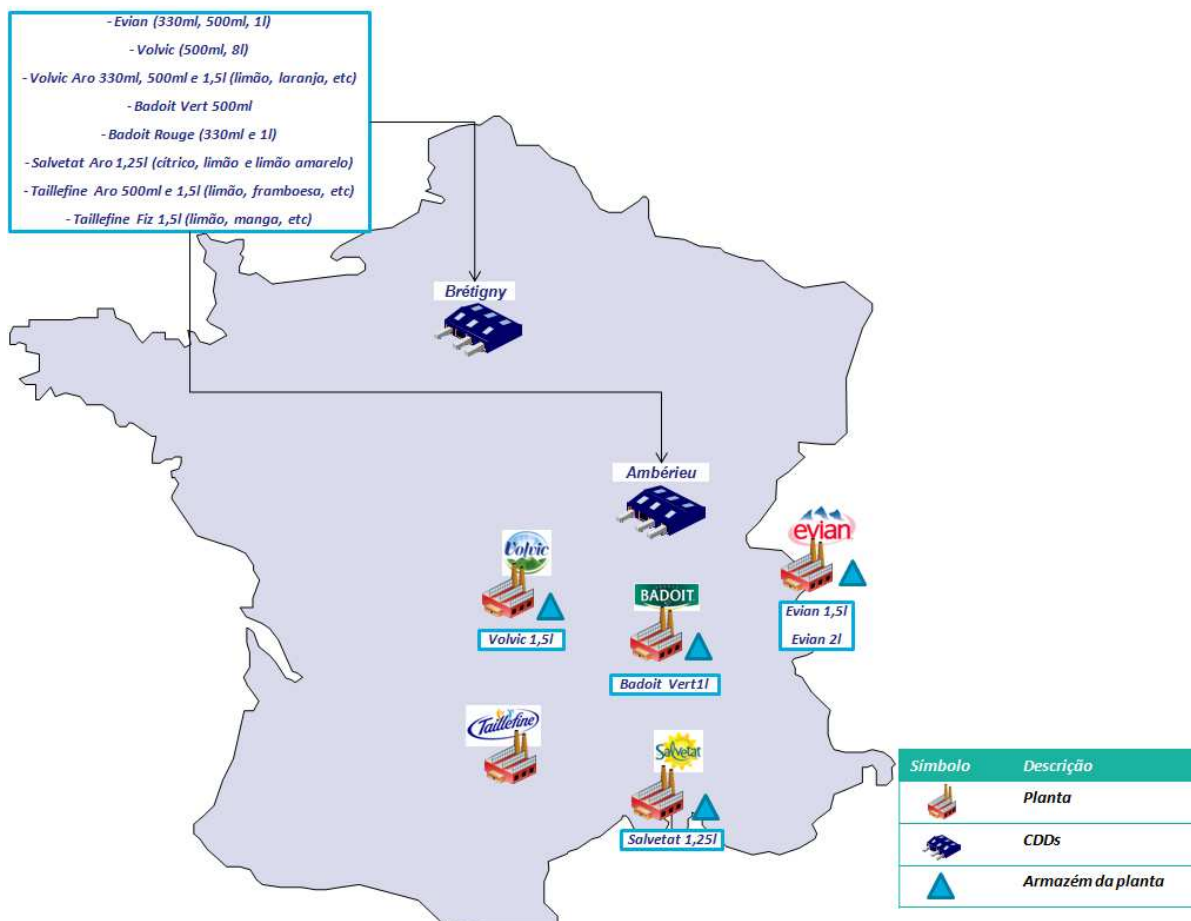
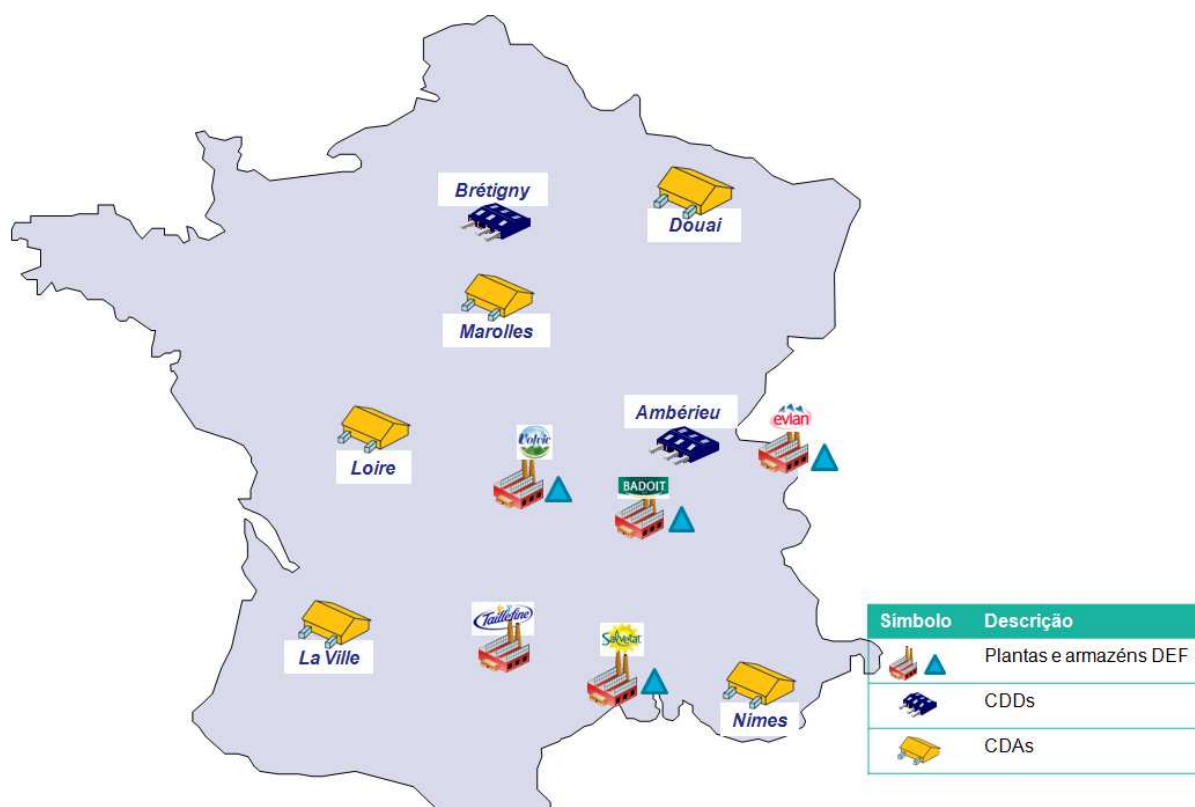


Figura 10: Locais de Armazenagem e Expedição dos produtos DEF.

Um dos grandes clientes da DEF é a rede de supermercados francesa Auchan. O gerenciamento do estoque nos cinco CDs Auchan (CDA) é feito pela DEF, prática conhecida como VMI (*Vendor Managed Inventory*) ou GPA (*Gestion Partagée des Approvisionnements*) na França.

Os CDAs estão localizados em diferentes regiões da França e estocam também produtos de outros fornecedores. A Figura 11 mostra os locais de armazenagem dos produtos DEF (origens) juntamente com os CDAs (destinos).



**Figura 11: Localização geográfica dos CDDs, plantas e CDAs.**

Todos os produtos da DEF são expedidos de suas respectivas origens para todos os cinco CDAs. As origens são os quatro armazéns junto às plantas de envases das marcas Evian, Volvic, Salvetat e Badoit, e os dois CDDs. Neste estudo, serão analisados apenas os produtos pilares, que correspondem às cinco famílias de um único produto. Os produtos da família multimarcas não serão considerados no estudo.

Como cada produto possui uma única origem e não são previstas movimentações entre CDs, cada CDA pode ser tratado isoladamente como um “estoque de múltiplos itens em local único”.

### 1.3. Objetivos do estudo

O objetivo do trabalho é avaliar e propor melhorias para o processo de reposição de estoques de produtos DEF nos Centros de Distribuição do cliente Auchan, de modo a reduzir o nível de estoque sem prejuízo do nível serviço. Duas abordagens foram definidas: análise do processo de gestão de estoques e revisão dos parâmetros de estoque no sistema.

Este estudo analisa exclusivamente os produtos de alto giro (Evian 1,5l, Evian 2l, Badoit 1l, Salvetat 1,25l e Volvic 1,5l, que correspondem a mais de 80% do faturamento dos

cinco CDAs), excluindo os itens de menor giro (multimarcas) e o planejamento de estoques de promoção.

#### **1.4. Relevância do trabalho**

A relação de colaboração entre o fornecedor e o cliente tem gerado resultados positivos para ambos, por meio da transparência de informações entre as duas entidades e de um esforço conjunto para atingir um objetivo comum.

O presente trabalho é de grande relevância para as empresas envolvidas, pois há uma percepção de oportunidades de melhoria na gestão dos estoques. Do ponto de vista do cliente, a redução de estoque representaria ganhos de eficiência e produtividade, graças a uma redução nos custos totais associados ao estoque (pedido, armazenagem e falta) e uma melhor cobertura de estoques.

Já do ponto de vista do fornecedor, a relação de parceria com o cliente é baseada em confiança e resultado. A redução do estoque do cliente fortalece a continuidade da parceria e a criação de novos projetos logísticos em colaboração.

Por fim, um dos principais indicadores de desempenho da SCF é o nível de serviço. A relação de colaboração, entre outras coisas, permite a DEF conhecer com antecedência os níveis de estoque e o comportamento da demanda de um de seus grandes clientes. Isso contribui para um melhor planejamento e, conseqüentemente, o alcance de um melhor nível de serviço.

#### **1.5. Estrutura do trabalho**

No Capítulo 1, foi apresentada a empresa onde foi realizado o estágio e o problema a ser estudado. Além disso, foram definidos a abrangência e os objetivos do presente trabalho.

No Capítulo 2, a fundamentação teórica para a compreensão e a resolução do problema foi detalhada, com enfoque nos modelos de gestão de estoque e no planejamento colaborativo.

No Capítulo 3, apresentam-se uma análise crítica da gestão de estoque de águas envasadas, com sugestões de melhorias no processo.

No Capítulo 4, descrevem-se o processo de reposição de estoque nos CDs do cliente e o modelo de simulação para ajustar os parâmetros do *software*.

Por fim, no Capítulo 5, apresenta-se uma síntese do trabalho, uma análise crítica e os possíveis desdobramentos do estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentam-se os fundamentos teóricos para o desenvolvimento do problema definido anteriormente. Será abordado o planejamento colaborativo, a gestão de estoque, com destaque para os modelos de reposição de estoques, e a utilização da simulação para modelos de reposição de estoque.

### 2.1. Planejamento colaborativo

Segundo Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003), o VMI (*Vendor Managed Inventory*) surgiu em 1985 nos Estados Unidos, como iniciativa das empresas Procter & Gamble e Wal-Mart. Com esse novo modelo de gestão de estoque, as entregas dentro do prazo da P&G para a Wal-Mart aumentaram e houve também um aumento do giro de estoques. Graças aos bons resultados apresentados, esse modelo se popularizou, sendo adotado por muitas outras empresas, principalmente no setor de bens de consumo.

De acordo com a APICS (*Association for Operations Management*, 2011), VMI é “uma forma de otimizar o desempenho da cadeia de suprimentos, na qual o fornecedor tem acesso aos dados do estoque do cliente e é responsável por manter os níveis de inventário e serviço por ele requeridos. O VMI é implantado através de um processo no qual o ressuprimento é definido pelo fornecedor por meio de um plano de verificações regulares dos estoques no cliente”.

Baseado no compartilhamento de informações, na colaboração e na adoção de uma estratégia de ganho mútuo, o VMI torna o fornecedor responsável pela gestão do estoque do cliente, em uma lógica de fluxo puxado. Nesse modelo de reposição, graças ao intercâmbio de dados, os vendedores são capazes de gerenciar os estoques de seus clientes, de acordo com um conjunto de regras definidas por ambas as partes.

Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) apontam que normalmente a propriedade do estoque é dos varejistas a partir do recebimento dos produtos, embora existam contratos em que o estoque é transferido ao varejista apenas no momento em que ele é vendido. No presente trabalho, o estoque pertence ao cliente a partir do recebimento da mercadoria.

As informações que os fornecedores recebem são relativas às vendas de produtos, as os níveis atualizados dos estoques, o recebimento de mercadorias e os possíveis estoques

obsoletos. Essas informações fluem por meio de uma rede de EDI ou outro sistema avançado de informação entre o cliente e o fornecedor, mantendo o último sempre atualizado. A qualidade e confiabilidade desse fluxo de informações são imprescindíveis para o bom funcionamento do VMI.

Segundo Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003), as principais vantagens da gestão em VMI para o cliente são a redução de estoques, a melhoria no nível de serviço e a diminuição dos custos administrativos de reposição do estoque (devido à passagem da responsabilidade para o fornecedor).

Já para o fornecedor, a gestão em VMI permite melhorar o atendimento ao cliente. Isso porque, nesse sistema de gestão de estoque, utiliza-se a demanda real (dos armazéns ou pontos de vendas) e informações comerciais para determinar as expedições para o cliente. Dessa forma, não são utilizados os pedidos feitos pelo cliente, que são distorcidos por diversos fatores, como estoques de antecipação (por variações no preço ou mesmo por medo de falta do produto), ganhos de escala (com a formação de lotes), políticas de reposição do máximo, erros em previsão de demanda, entre outros. Com isso, consegue-se minimizar ou até mesmo eliminar a propagação de incertezas pela cadeia de suprimentos (fenômeno conhecido como efeito chicote) e obter uma previsão de demanda mais confiável.

Além disso, a partir das informações transmitidas pelo distribuidor, o fabricante pode melhor antecipar as necessidades dos clientes e agir rapidamente quando necessário. Exemplos de mudanças na demanda do cliente são as promoções e o fim do ciclo de vida dos produtos. Os recursos de produção e de distribuição podem ser adaptados para satisfazer essas mudanças, mantendo os objetivos de nível de serviço (diminuindo as faltas) e reduzindo os custos logísticos associados aos estoques e aos transportes.

O VMI é uma das práticas da política ECR (*Efficient Consumer Response*), que é um conjunto de estratégias logísticas em que fornecedores e distribuidores trabalham em conjunto para criar uma cadeia de valor agregado, através da qual, informações e produtos são compartilhados de maneira rápida, eficiente e segura, beneficiando todas as partes envolvidas (SILVER; PYKE; PETERSON, 1998). Uma das suas estratégias é o reabastecimento eficiente, que visa otimizar o tempo e os custos do sistema de reposição.

Esta relação de colaboração entre o cliente e o fornecedor depende de três fatores para se concretizar: parceria, troca de informações e indicadores de desempenho.

### Parceria

Pires (2004) aponta que é necessária uma atmosfera de confiança mútua e de compartilhamento de informações entre as partes interessadas. A troca de informações diárias e a disposição para contribuir com suas competências organizacionais e operacionais são essenciais. Essa confiança deve existir por duas razões principais: em primeiro lugar porque as informações compartilhadas entre as empresas são confidenciais e em segundo lugar porque o distribuidor tem que confiar na capacidade do seu fornecedor em gerenciar o estoque. É necessário compartilhar as ferramentas e as experiências logísticas, no interesse comum entre o cliente e o fornecedor. Esta parceria é materializada em um contrato, em que riscos e recompensas devem ser compartilhados.

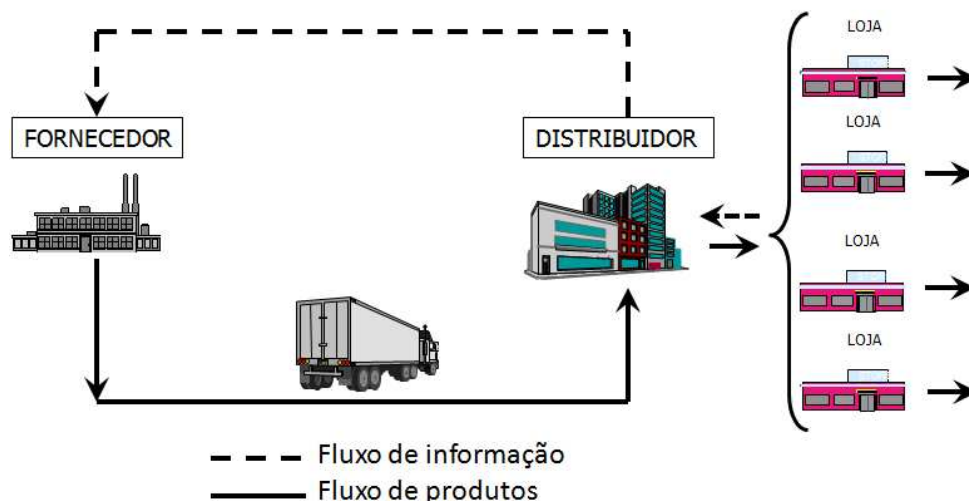
### Intercâmbio de informações de qualidade

O fornecedor precisa ter informações confiáveis e atualizadas sobre os níveis de estoques e as entradas e saídas dos armazéns dos clientes, para calcular as necessidades reais de reposição. Se esses dados são imprecisos, a gestão do estoque torna-se difícil ou até mesmo impossível. Outras informações de grande relevância são as promoções, as datas de lançamentos, os eventos especiais, entre outros. Além disso, o fluxo de informação deve ser eficaz e as mensagens padronizadas para que não haja problemas de compreensão entre o cliente e o fornecedor.

### Indicadores de desempenho

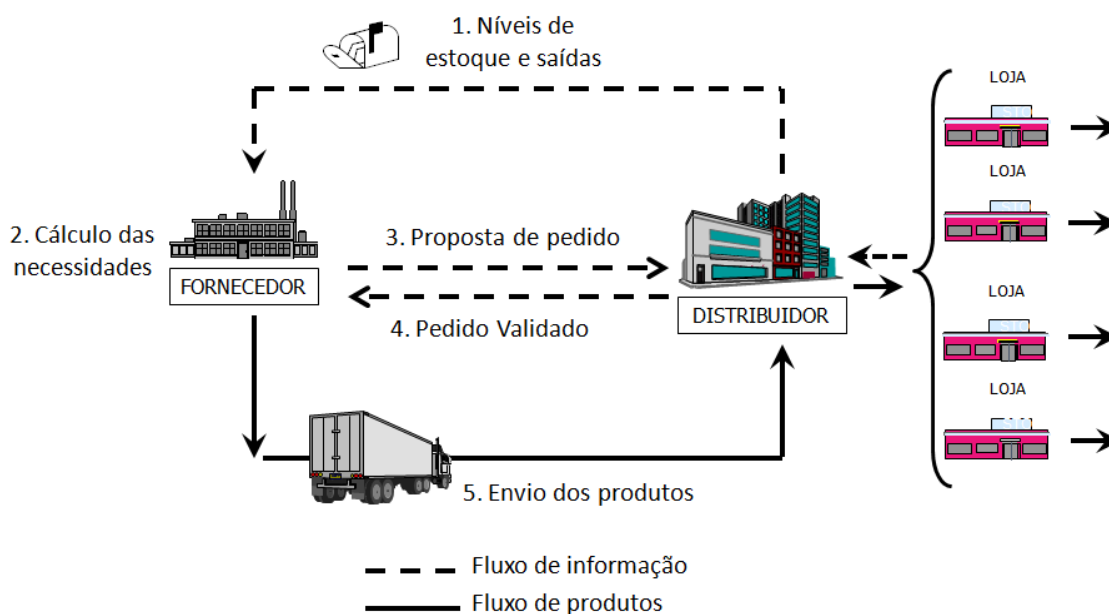
Os indicadores de desempenho utilizados devem ser aprovados por ambas as partes. Eles podem ser financeiros ou operacionais, como o nível de serviço e a acurácia das informações. Eles permitem comparar os resultados atingidos com os esperados e avaliar as economias geradas para o fornecedor e o distribuidor.

No esquema de reposição de estoques tradicional, o cliente era responsável por reunir as informações de estoque e saídas de suas lojas. Em seguida, combinando essas informações, ele calculava as necessidades e depois passava os pedidos aos seus fornecedores. O fornecedor verificava a disponibilidade dos produtos em seus CDs e informava o cliente em caso de falta de algum dos itens do pedido. Neste caso, o cliente decidia por qual produto gostaria de substituir no pedido. A Figura 12 representa esse processo.



**Figura 12: Abastecimento tradicional.**

Já no processo de gerenciamento do estoque pelo fornecedor, o cliente recolhe diariamente as informações de suas lojas e armazéns e em seguida, padroniza essas informações para enviá-las por EDI ao fornecedor. Este, por sua vez, calcula as necessidades de reabastecimento e cria as proposições de pedido, que serão validadas pelo cliente. Apesar do aparente aumento na complexidade do processo do ponto de vista do fornecedor, o VMI permite acelerar a tomada de decisões e garantir a confiabilidade das mesmas. O diagrama da Figura 13 resume o novo processo:



**Figura 13: Processo de reposição de estoques gerenciado pelo fornecedor.**

Em um sistema gerenciado por VMI, a reposição do estoque depende de certos parâmetros utilizados no cálculo de reposição. Esses parâmetros são calculados e atualizados



periodicamente, tornando o controle de estoque dinâmico, em função das variações da demanda. Segundo Silva (2010), os principais parâmetros utilizados são:

- **Estoque máximo**, que corresponde ao nível máximo que o estoque pode atingir;
- **Estoque de segurança**, que visa absorver as variações na demanda e no prazo de entrega;
- **Ponto de pedido ou estoque mínimo**, que é a quantidade necessária para atender a demanda durante o prazo de entrega, somada ao estoque de segurança, de modo a não comprometer o nível de serviço. É utilizado para determinar a necessidade de abrir um novo pedido.

O nível de estoque deve ser mantido entre o estoque mínimo e o estoque máximo. Quando esse nível atinge um valor inferior ao ponto de pedido, um novo pedido é criado. O tamanho desse pedido pode ser calculado pela diferença entre o estoque máximo e o estoque atual do cliente.

No modelo utilizado pela DEF não há um estoque máximo. A cobertura mínima cobre as variações da demanda e do prazo de entrega, tal como estoque de segurança. O tamanho do lote, em razão das políticas de carga máxima, é fixo, de acordo com o produto transportado.

O VMI supõe o compartilhamento dos riscos pela falta ou pelo excesso dos seus produtos nos CDs do cliente. O fornecedor, assim como seu cliente, não gostaria que seus produtos estivessem em falta nos CDs do cliente, uma vez que as faltas resultam em perdas (de vendas ou custos adicionais para atender aos pedidos passados). Por este motivo, o fornecedor está também engajado em oferecer um bom nível de serviço.

Por outro lado, os ganhos com a redução dos níveis de estoque podem não impactar diretamente o fornecedor. Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) afirmam que para o fornecedor se sinta comprometido também com a redução nos níveis de estoque, é necessária a utilização de indicadores de desempenho associados ao nível de estoque ou ao compartilhamento dos ganhos da redução de estoque nos CDs do cliente.

A responsabilidade pela disponibilidade dos produtos passa a ser dividida entre o fornecedor e o cliente. O fornecedor propõe os pedidos, mas o distribuidor tem o poder de alterá-los quando não está de acordo com o pedido, contribuindo para o processo.

## 2.2. Gestão de estoque

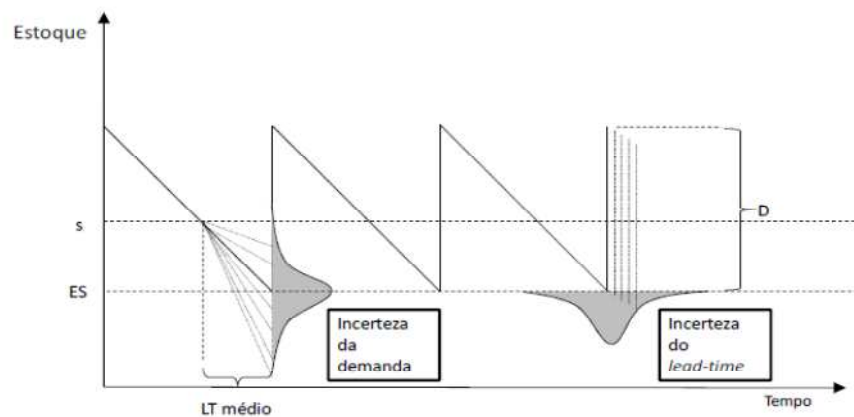
Segundo Love (1979 *apud* Lustosa *et al.*, 2008, p. 76), o estoque pode ser definido como “a quantidade de bens ou materiais sob controle da empresa, em um estado relativamente ocioso, aguardando por seu uso ou venda”. Eles podem ser divididos em:

- Matéria prima e componentes;
- Materiais e ferramentas consumíveis necessários à manutenção, reparo e operação da produção;
- Produtos semi-acabados;
- Produtos acabados.

Os estoques também podem ser classificados de acordo com o papel que exercem ao longo da cadeia de suprimentos. Ballou (2006) apresenta uma classificação dos estoques segundo as suas funções:

- **Estoque em trânsito**, que corresponde aos produtos que estão no canal de distribuição;
- **Estoque especulativo**, que está associado a uma possível especulação do preço da matéria-prima ou do produto final;
- **Estoque de antecipação**, que tem como objetivo nivelar a produção e o transporte contra grandes variações da demanda e de suprimentos (sazonalidade, greves, férias);
- **Estoque regular ou cíclico**, que visa satisfazer a demanda entre dois reabastecimentos sucessivos, e depende do tamanho do lote de produção, do embarque de quantidades econômicas, de limitações na capacidade de armazenamento, de prazos de reposição e de custos de movimentação;
- **Estoque de segurança**, que corresponde a uma reserva, para cobrir as variações da demanda e do tempo de entrega (Figura 14);
- **Estoque obsoleto**, que representa o estoque que não pode ser mais utilizados, incluindo itens deteriorados, vencidos, descontinuados ou roubados/ perdidos.

No presente trabalho, todos os estoques nos CDAs são classificados como produtos acabados segundo a classificação por materiais. Por outro lado, a classificação por função diferencia os diversos tipos de estoques presentes nos CDAs. Com essa diferenciação é possível distinguir o tratamento a cada tipo de estoque. Por exemplo, o estoque especulativo pode ser eliminado graças ao planejamento colaborativo entre o fornecedor e distribuidor.



**Figura 14: Estoque de segurança.**

**Fonte: HAVRENNE, 2008**

Considerando o caso mais comum em que o tempo de entrega e a demanda diária são aproximados por uma distribuição normal independente, o estoque de segurança pode ser calculado por:

$$ES = z \cdot \sigma$$

$$\sigma = \sqrt{L \times \sigma_d^2 + d^2 \times \sigma_L^2}$$

Onde:

L: prazo de entrega médio em dias

$\sigma_d$ : desvio-padrão da demanda diária

d: demanda média diária

$\sigma_L$ : desvio-padrão do prazo de entrega

z: percentil da distribuição normal da demanda associado ao nível de serviço.

De acordo com Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003), a manutenção dos estoques serve para:

- Proteger a empresa de possíveis alterações e variações na demanda do cliente;
- Minimizar os impactos das inúmeras incertezas no fornecimento dos suprimentos (quantidade, qualidade, custos e prazos de entrega);
- Obter economias de escalas associadas à produção e ao transporte em grandes quantidades.

Entretanto, os estoques representam grandes custos para as empresas, que por esse motivo, devem saber gerenciá-los da melhor maneira. Ballou (2006) aponta que cerca de 20 a 40% do valor do produto está diretamente associado aos custos de estoques. Dessa forma, o objetivo do gerenciamento de estoque é garantir o atendimento da demanda, mas ao menor custo possível. Em outras palavras, a gestão de estoques procura balancear a disponibilidade do produto (que está associada ao nível de serviço) com os custos necessários para assegurar essa disponibilidade.

Ballou (2006) classifica os diversos custos de estoque em três principais categorias:

- **Custo de pedido**, que engloba dois tipos de custos: fixos e variáveis. Os custos variáveis estão relacionados ao custo dos itens comprados. Já os custos fixos correspondem aos custos de preparação, processamento e transmissão dos pedidos, além dos custos de transporte e de manuseio no ponto de recepção. Os custos de pedido tendem a aumentar com a redução do tamanho do pedido, pois quanto menor o tamanho do lote, mais pedidos devem ser abertos, implicando maiores custos de pedido;
- **Custo de manutenção**, que incluem os custos do espaço de armazenamento, os custos de capital imobilizado (custos de oportunidade), os custos de serviço de estocagem (seguros e impostos) e os custos dos riscos de estocagem (como deterioração, danos, obsolescência e furto). A redução do tamanho dos pedidos leva a uma redução do estoque médio, que por sua vez diminui os custos de manutenção.
- **Custo de falta**, que corresponde aos custos incorridos quando a demanda não pode ser atendida por falta de estoque. Eles podem representar perdas de vendas, quando a ausência do produto implica o não atendimento do pedido, ou em custo de pedidos atrasados (tal como multas), quando o cliente está disposto a esperar pelo produto. É importante notar que o custo de falta é difícil de ser mensurado, pois envolve a imagem e a reputação da empresa frente ao cliente insatisfeito. O custo de falta é reduzido, aumentando-se a quantidade de estoque do produto.

Como se pode observar, essas categorias de custos influenciam de maneiras opostas a forma como o estoque é gerenciado. Quanto maior é o tamanho do lote, menor é a frequência dos pedidos e maior é o estoque médio. Por outro lado, quanto menor o tamanho do lote, maior é a frequência de pedidos e menor é o estoque médio. Neste último caso, os riscos de falta também são maiores.

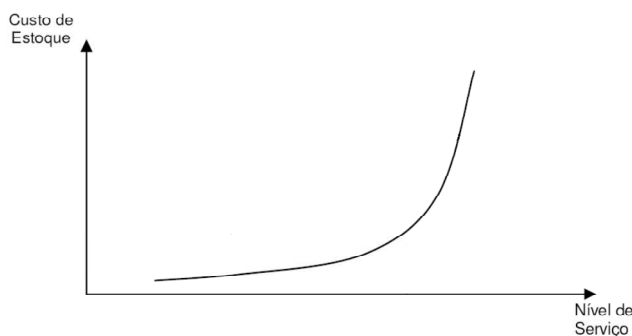
No presente trabalho, o custo de transporte, que é um dos componentes do custo de pedido, é maior do que o custo de manutenção. Isso porque, como explicado anteriormente, os custos de transporte são extremamente elevados para esse tipo de produto. Sempre que possível, o transporte deve ser otimizado. O custo de falta também é importante para neste trabalho, pois o mercado de águas é bastante concorrido. A falta de um produto normalmente significa a sua substituição imediata pelo produto do concorrente, não podendo ser atendido em entregas futuras.

Como mencionado anteriormente, o gerenciamento de estoques consiste não apenas minimizar o custo total, como também tem como objetivo garantir um bom nível de serviço oferecido ao cliente. O nível de serviço representa a habilidade do fornecedor em atender à demanda do cliente, respeitando-se a qualidade, a quantidade e o prazo de entrega definidos em acordo. Ele pode ser medido em quantidade, pela porcentagem da quantidade pedida que é atendida a tempo, ou em pedidos, pela porcentagem de pedidos completos que são cumpridos dentro do prazo. No presente trabalho, o nível de serviço será medido em termos de quantidade pedida.

$$NS = \frac{\text{Quantidade atendida a tempo}}{\text{Quantidade total pedida}} \times 100\%$$

Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) apresentam alguns pontos que podem impactar no nível de serviço, como a configuração da rede de distribuição utilizada (quantidade e localização dos CDs), a capacidade de produção para atender à demanda, a disponibilidade do produto no estoque, entre outros.

Entretanto, deve-se observar que a relação entre o nível de serviço e o custo de estoques é exponencial (BALLOU, 2006), como mostra a Figura 15. Assim, conforme se aproxima de um nível de serviço a 100%, o custo de estoque tende ao infinito.



**Figura 15:** Curva de custo de estoque em relação ao nível de serviço.

**Fonte:** Ballou (2006)

Diante da parcela significativa que os estoques representam no preço final do produto, novas ferramentas surgiram para auxiliar na redução de estoques. Dentre elas se destaca a previsão de vendas, que serve para antecipar futuras variações na demanda, possibilitando maior assertividade na cadeia produtiva. Porém, há outros fatores que devem ser considerados na política de redução de estoques, como o compartilhamento de informação entre os diversos elementos da cadeia de suprimentos.

Na cadeia de suprimentos, as informações da demanda são comunicadas por meio dos pedidos. Cada um desses pedidos possui distorções em relação a real demanda, pois envolvem diversos fatores, entre eles suposições do comprador (associadas à previsão de demanda), ganhos de escala (políticas de compras em grandes lotes) e incertezas do processo. Dessa forma, as distorções são propagadas ao longo da cadeia, fenômeno conhecido como Efeito Chicote.

O efeito chicote pode ser descrito da seguinte maneira (Figura 16): os varejistas percebem um aumento no pedido dos clientes, o que resulta em uma modificação no seu pedido para os distribuidores. Estes, por sua vez, ao notarem um aumento no pedido dos varejistas, também aumentam seus pedidos junto aos produtores (fornecedores). Deste modo, as variações da demanda são propagadas ao longo da cadeia.

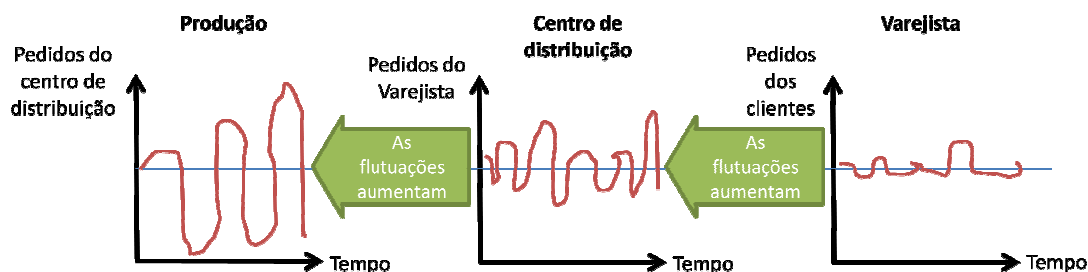


Figura 16: Efeito chicote.

Uma das soluções para reduzir o efeito chicote é o compartilhamento de informações e o planejamento colaborativo entre as diferentes partes da cadeia de suprimentos (LUSTOSA *et al.*, 2008). Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) apontam também que o efeito chicote pode ser reduzido por meio de políticas promocionais do tipo “preço baixo todo dia”, em que os produtos são oferecidos a um preço consistente todos os dias, ao invés de oferecer promoções frequentes, que provocam grandes variações na demanda.

Apesar do planejamento colaborativo existente entre a DEF e a Auchan, o efeito chicote pode ser observado no caso em estudo, sobretudo em função das grandes ações promocionais que ocorrem ao longo do ano. Elas perturbam as vendas dos consumidores finais, distorcendo consequentemente a demanda real.

A fim de avaliar a eficiência das políticas de reposição estoques, utilizam-se indicadores de desempenho. Lustosa *et al.* (2008) destacam que os principais indicadores utilizados estão associados ao fluxo dos materiais que entram e saem do estoque. Assim, os principais indicadores são:

- **Cobertura média de estoque**, que é um indicador operacional, e que corresponde ao tempo médio de duração do estoque, sem reposições. É obtida pela razão entre a posição do estoque em unidades e a demanda média em unidades. No presente trabalho, a cobertura corresponde ao tempo de utilização do estoque projetado a partir de uma previsão de demanda futura, considerando o nível atual e as previsões de entradas e saídas;
- **Giro de estoque**, que representa uma medida do fluxo dos itens que passam pelo estoque. Ele é obtido pela razão entre a demanda média em unidades e o estoque médio em unidades durante o período de análise, normalmente um exercício fiscal;
- **Nível de serviço**, que corresponde à porcentagem da demanda total que é atendida a tempo.

### 2.3. Modelos de reposição de estoques (local único)

Os modelos de reposição de estoques devem ser adaptados a cada tipo de produto. Antes de realizar a escolha do modelo, é interessante conhecer o valor que este produto representa no estoque. Para isso, uma das maneiras é classificar os produtos utilizando a Curva ABC, tal como na Lei de Pareto. Nessa classificação, os produtos são organizados em três classes (“A”, “B” e “C”), de acordo com o grau de importância de seu estoque em relação ao estoque total. Dessa forma, é possível priorizar as políticas de redução de estoque para os produtos de maior importância (principalmente a classe A).

Lustosa *et al.* (2008) explicam que o problema de reposição de estoques é determinar o que, quando e quanto comprar.

Para escolher o melhor modelo de reposição de estoques, inicialmente deve-se definir se o problema em estudo possui um único local de armazenamento ou múltiplos locais. No primeiro caso, os modelos utilizados devem determinar a quantidade e o momento da reposição para minimizar os custos de estoque, respeitando o nível de serviço determinado.

No caso dos múltiplos locais, devido à existência de outros pontos de estocagem, a análise envolve também os custos de transporte e o tempo para entrega.

No presente trabalho serão apresentados apenas os modelos de local único. De fato, apesar da existência de múltiplos pontos de estocagem no trabalho, os produtos de alta demanda são armazenados em um único local (armazéns próximos às plantas). Os produtos multimarcas, que são estocados nos dois CDs DEF, não serão abordados no presente trabalho.

Dessa forma, para os problemas de local único, o próximo passo consiste em determinar o comportamento da demanda. Quando a demanda do produto é dependente (correlacionada), seus estoques podem ser analisados com técnicas de programação linear. Por outro lado, quando os produtos possuem demanda independente da demanda de outros produtos, que é o caso dos produtos DEF, eles podem ter seus estoques gerenciados individualmente por modelos com previsão de vendas (modelos ativos) ou sem previsão (modelos reativos).

Os modelos reativos podem ser classificados em modelo de revisão periódica, modelo de revisão contínua ou modelo estoque base. Esses modelos são definidos de acordo com a frequência de revisão e o tamanho do lote (Tabela 4) e serão detalhados na próxima seção.

**Tabela 4: Classificação dos modelos reativos.**

Modelos reativos	Frequência de revisão	Tamanho do lote
Revisão periódica	Periódica	Variável
Revisão contínua	Contínua	Fixo
Revisão de base	Contínua	Variável

A Figura 17 apresenta a classificação dos diferentes tipos de modelos de reposição de estoques:





Figura 17: Classificação dos modelos de reposição de estoque.

Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.* (2008).

### 2.3.1. Modelos reativos

Os modelos reativos correspondem aos modelos que reagem à demanda, sem antecipá-la por meio de métodos de previsão de vendas. Esses modelos devem ser utilizados quando a demanda apresenta um comportamento estável ao longo do tempo. Esses modelos analisam o nível de estoque no momento do pedido, sendo divididos em três tipos: modelos de revisão periódica, de revisão contínua e de revisão de base.

#### Revisão periódica

O modelo de reposição periódica consiste em analisar a posição do estoque em intervalos de tempo regulares. A sua versão mais conhecida é o da Reposição do Máximo (LUSTOSA *et al.*, 2008): a cada intervalo de revisão ( $T$ ) fixo, um novo pedido é feito, de modo que a quantidade a ser reposta complete o estoque ao nível máximo desejado ( $S$ ). O valor do nível máximo desejado deve corresponder à demanda no intervalo entre reposições, acrescida de um estoque de segurança para cobrir incertezas da demanda e do prazo de entrega.

É interessante observar, que neste modelo, o tamanho do lote é variável, de acordo com a demanda. Assim, sendo  $X$  o nível do estoque no instante da revisão, a quantidade

encomendada é a diferença entre  $S$  e  $X$ . A Figura 18 mostra o comportamento do estoque ao longo do tempo seguindo o modelo de reposição periódica.

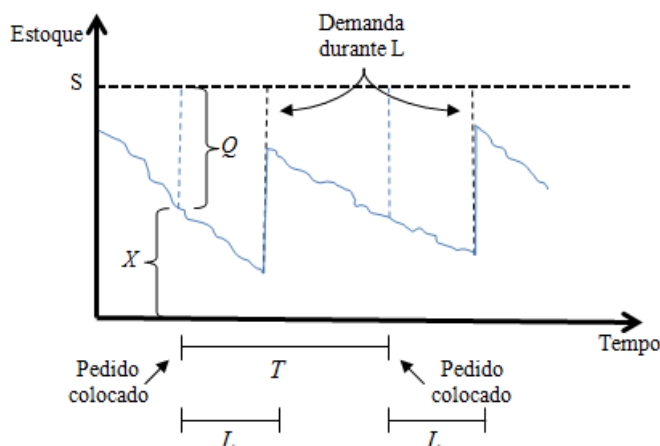


Figura 18: Modelo de revisão periódica.

O estoque máximo desejado ( $S$ ) pode ser calculado utilizando-se a demanda média durante o período de revisão ( $T$ ) acrescida da demanda entre o momento em que o pedido é realizado e a sua entrega (prazo de entrega  $L$ ) e de um estoque de segurança, para garantir o nível de serviço desejado. Assim, considerando-se o tempo de entrega ( $L$ ) constante e a demanda diária uma variável normal e independente, o parâmetro  $S$  pode ser obtido a partir das seguintes equações:

$$S = d \times (L + T) + ES$$

$$ES = z \times \sigma_d \times \sqrt{L + T}$$

Onde:

$d$ : taxa de demanda média diária

$L$ : prazo de entrega em dias

$T$ : período de revisão em dias

$ES$ : estoque de segurança

$\sigma_d$ : desvio-padrão da demanda

$z$ : percentil da distribuição normal da demanda associado ao nível de serviço.

De acordo com Lustosa *et al.* (2008), a revisão periódica possibilita reunir produtos de um mesmo fornecedor e um mesmo pedido, de modo a reduzir os custos de pedido (transporte, compra e pagamento). Porém, a desvantagem desse método é que os produtos estão mais propensos as faltas de estoque. Nesse caso, o estoque de segurança deve ser maior do que nos outros modelos para reduzir os riscos.

### Revisão contínua

No modelo de revisão contínua, o nível de estoque é analisado todos os dias, tal como em um modelo de revisão periódica, cujo período é de um dia. Esse modelo também é conhecido como Ponto de Pedido. Neste modelo, quando o nível de estoque é igual ou inferior a um nível pré-determinado, chamado de ponto de pedido (s), um novo pedido é feito. O parâmetro de ponto de pedido deve ser suficiente para atender à demanda durante o tempo de entrega.

Neste modelo, a quantidade encomendada costuma ser fixa, pois quando o pedido é realizado, o nível de estoque é aproximadamente o mesmo. O tamanho do pedido deve ser calculado de modo a minimizar o custo total do estoque. Uma das maneiras de se calcular o tamanho do lote é utilizando o modelo do Lote Econômico. Esse modelo se baseia nas seguintes hipóteses:

- Demanda constante;
- Item único;
- Custos de pedido e de manutenção lineares;
- Prazo de entrega constante;
- Capacidade de suprimento ilimitada.

A partir dessas considerações, chega-se à seguinte equação:

$$QLE = \sqrt{\frac{2 \times D \times c_p}{c_a}}$$

Onde:

D: demanda

$c_p$ : custo de pedido

$c_a$ : custo de manutenção

No entanto, deve-se notar que o intervalo entre dois pedidos não é constante, uma vez que ele depende das variações da demanda.

Silver, Pyke e Peterson (1998) apontam como grande vantagem desse método em relação ao modelo de revisão periódica a redução no estoque de segurança necessário para assegurar o nível de serviço desejado.

A Figura 19 representa graficamente o modelo de ponto de pedido.

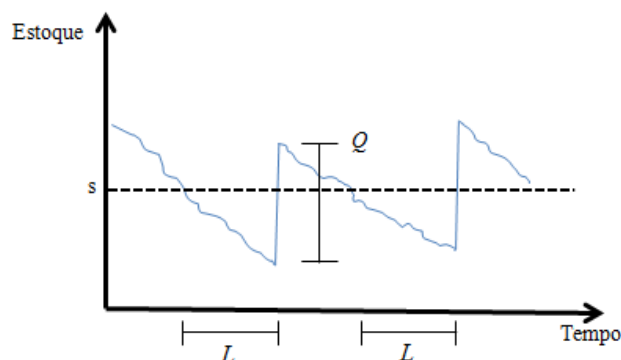


Figura 19: Modelo de ponto de pedido.

Assim, considerando-se o lead time ( $L$ ) constante e a demanda diária uma variável normal e independente, o ponto de pedido ( $s$ ) pode ser obtido a partir da seguinte equação:

$$s = d \times L + z \times \sigma_d \times \sqrt{L}$$

Onde:

$d$ : taxa de demanda média diária

$L$ : prazo de entrega em dias

$\sigma_d$ : desvio-padrão da demanda

$z$ : percentil da distribuição normal da demanda associado ao nível de serviço.

### Modelo de reposição da base

Santoro (2006) aponta que o modelo de Reposição da base é semelhante ao modelo de Reposição do Máximo com estoque máximo ( $S$ ) igual ao ponto de pedido.

Neste modelo, a frequência dos pedidos tende a ser maior do que nos outros modelos, pois sempre que há uma saída de produtos, um novo pedido é criado. Desse modo, a base é resposta, mantendo-se a posição de estoque constante (estoque em mãos acrescido do estoque em trânsito). Por este motivo, esse modelo não é recomendável quando o custo de pedido é elevado. Por outro lado, ele deve ser utilizado quando o produto possui uma baixa demanda, mas é de alto valor agregado. Isso porque, o custo de falta neste caso é extremamente elevado (cada produto que se deixa de vender equivale a grandes perdas de ganhos). Exemplos de produtos com esse comportamento são automóveis e jóias.

### 2.3.2. Modelos ativos

Os modelos ativos são aqueles com previsão de vendas associada ao controle do estoque. Essa previsão permite antecipar variações de demanda, e regular o estoque para evitar faltas ou acúmulos desnecessários de estoques. Por esse motivo, esse modelo é recomendável para produtos com demanda sazonal ou com tendências e depende diretamente da qualidade das previsões realizadas.

As previsões de demanda podem ser utilizadas para determinar o tamanho do lote de reposição no modelo de revisão periódica. Para tanto, o tamanho do lote de reposição corresponde à necessidade líquida do próximo período ( $Nlq$ ). Ela pode ser calculada em função do estoque disponível ( $I$ ), da demanda prevista até a próxima reposição ( $T + L$ ), e do estoque de segurança ( $ES$ ).

$$Nlq = F(T + L) + ES - I$$

Onde:

T: período de revisão em dias

L: prazo de entrega em dias

$F(u)$ : previsão da demanda para o período  $u$

ES: estoque de segurança

I: Estoque no momento de pedido

Segundo Silver, Pyke e Peterson (1998), o estoque de segurança pode ser calculado pela equação:

$$ES = k \times \sigma_{L+T}$$

Onde:

$k$ : fator de segurança, associado aos erros de previsão

$\sigma_{L+T}$ : desvio-padrão dos erros de previsão no período  $L+T$

É interessante notar, que nesse modelo o estoque de segurança cobre apenas os erros de previsão, já que as possíveis variações de demanda estão incluídas na própria previsão de vendas. Além disso, apesar de ser um modelo mais elaborado, é o menos utilizado, pois requer a utilização de modelos de previsão de vendas confiáveis.

Com base nos modelos acima expostos, é possível escolher o modelo mais adequado para cada tipo de produto. É interessante observar que, por exemplo, uma vez parametrizado o modelo, se a demanda aumenta, no modelo por ponto de pedido há uma maior frequência dos

pedidos, enquanto que no modelo de revisão periódica, provavelmente haverá mais faltas. De maneira oposta, se há uma redução na demanda, no primeiro modelo há uma redução na frequência dos pedidos, e no segundo uma redução no tamanho dos lotes. Dessa forma, Lustosa *et al.* (2008) explicam que produtos de maior importância (classificados em A segundo a curva ABC), devem ser preferencialmente tratados pelo modelo ponto de pedido, já que possibilita uma revisão mais frequente e detalhada, reduzindo os riscos de falta. Por outro lado, produtos de menor valor agregado podem ser geridos pela revisão periódica, reagrupando diversos itens de um mesmo fornecedor.

## 2.4. Controle de estoques dinâmico

Segundo Babai e Dallery (2008), quando uma demanda possui tendência, sazonalidade ou grandes variações no nível médio, não é recomendável utilizar os modelos de reposição de estoque estáticos, como o ponto de pedido e a reposição do máximo, uma vez que esses modelos não antecipam o comportamento da demanda. No entanto, muitas empresas utilizam esses modelos por serem de fácil aplicação e não exigirem previsões de vendas sofisticadas e confiáveis.

Babai e Dallery (2008) sugerem a utilização de modelos dinâmicos de controle de estoque, em que os parâmetros como ponto de pedido ou nível máximo de estoque são atualizados com maior frequência, adaptando-se às variações na demanda. Tais modelos poderiam ser implantados, graças aos avanços nos sistemas informatizados, que permitem recalcular com frequência os valores atribuídos a cada parâmetro.

As principais considerações desse modelo são:

- Previsão de demanda e a incerteza associada a essa previsão são dados exógenos do problema, obtidos com antecedência e para um determinado horizonte;
- O tempo de entrega é constante;
- A demanda é não-estacionária;
- A incerteza acumulada da previsão para um intervalo  $R$  ( $CFU_R$  – *Cumulative Forecast Uncertainty*) é uma distribuição normal, com média zero e desvio-padrão  $\sigma_{CFU(R)}$ .

No caso do modelo por ponto de pedido, em cada período de revisão  $k$ , se o nível de estoque está abaixo do ponto de pedido  $s_k$ , uma nova quantidade  $Q$  é encomendada. Esse ponto de pedido  $s_k$  é redeterminado, de forma a cobrir as possíveis variações da demanda entre o momento do pedido até o seu recebimento, dado um nível de serviço alvo. Utilizando-

se da previsão de demanda e das incertezas associadas, ele pode ser calculado da seguinte maneira:

$$S_k = \begin{cases} \sum_{j=1}^{L+1} F_{k,k+j-1} + \Phi^{-1}(CSL)\sigma_{CFU_{L+1}} & \text{se a incerteza da previsão é absoluta} \\ \sum_{j=1}^{L+1} F_{k,k+j-1} [1 + \Phi^{-1}(CSL)\sigma_{CFU_{L+1}}] & \text{se a incerteza da previsão é relativa} \end{cases}$$

Onde:

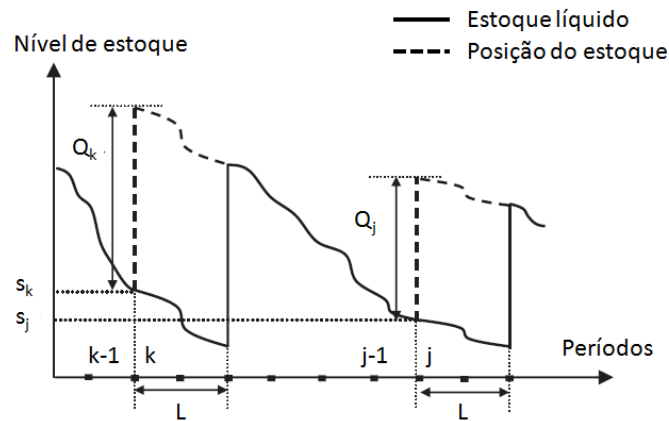
$F_{k,j}$  é a previsão dada no começo do período  $k$  para o dia  $j$ ;

$CFU_R$  é a incerteza acumulada da previsão no intervalo  $R$ ;

$\Phi_{CFU_R}(\cdot)$  é a distribuição de probabilidade acumulada de  $CFU_R$ ;

$CSL$  (*Cycle Service Level*) é a meta de nível de serviço.

A Figura 20 representa graficamente o modelo de ponto de pedido dinâmico.



**Figura 20: Ponto de pedido dinâmico ( $s_k, Q$ ).**

Fonte: Babai *et al.* (2009)

Analogamente, o mesmo raciocínio pode ser desenvolvido para o modelo de Reposição do máximo. Assim, a cada intervalo  $T$ , uma quantidade  $Q_k$  é ordenada de modo a atingir o nível de estoque máximo  $S_k$ . O valor máximo do nível de estoque deve cobrir a demanda durante o prazo de entrega acrescido do período de revisão, podendo ser obtido em função das previsões e das incertezas associadas:

$$S_k = \begin{cases} \sum_{j=1}^{L+T} F_{k,k+j-1} + \Phi^{-1}(CSL)\sigma_{CFU_{L+T}} & \text{se a incerteza da previsão é absoluta} \\ \sum_{j=1}^{L+T} F_{k,k+j-1} [1 + \Phi^{-1}(CSL)\sigma_{CFU_{L+T}}] & \text{se a incerteza da previsão é relativa} \end{cases}$$

Babai e Dallery (2008) realizaram um estudo para comparar o desempenho dos modelos de revisão dos parâmetros dinâmicos (que são baseados em previsões de vendas e suas incertezas) com os modelos estáticos (em que os parâmetros são definidos com base no histórico de vendas). Esse estudo mostrou, por meio de simulações, que os modelos dinâmicos resultam em melhores resultados do que os modelos estáticos quando as previsões utilizadas são confiáveis. Por outro lado, quando a incerteza das previsões de demanda utilizadas é alta, é aconselhável utilizar modelos estáticos.

## 2.5. Simulação de modelos de reposição de estoques

Segundo Dias (2003), os métodos de suporte à decisão podem ser baseados em técnicas de análise ou de simulação. Se por um lado, as técnicas analíticas permitem determinar diretamente os valores ótimos dos parâmetros utilizados, por outro, essas técnicas são limitadas às hipóteses adotadas. Já as simulações correspondem a métodos empíricos de tentativa e erro.

Ao longo dos últimos anos as simulações têm sido cada vez mais utilizadas, graças à evolução dos recursos computacionais.

De acordo com Silver, Pyke e Peterson (1998), a simulação consiste em alterar os valores das variáveis sistematicamente, até que uma solução razoável seja obtida. Shapiro (2001) destaca dois tipos de modelos de simulação: determinísticos e estocásticos. Os modelos determinísticos descrevem um sistema dinâmico em que não existem efeitos aleatórios. Já os modelos estocásticos possuem efeitos aleatórios em suas variáveis e podem ser conhecidos também como Simulação de Monte Carlo.

A grande vantagem das técnicas de simulação é a possibilidade de simular diferentes situações logísticas, sem a necessidade de adotar muitas hipóteses simplificadoras. Porém, essas técnicas nem sempre permitem encontrar a solução ótima para o problema.

Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) apontam que a simulação é uma ferramenta eficaz em problemas com elementos aleatórios ou estocásticos. Além disso, a



simulação pode ser utilizada para compreender sistemas complexos, em que a resolução analítica é de difícil implementação.

As simulações devem ser utilizadas quando o impacto da decisão é muito alto, ou seja, quando os custos de experimentação prática são elevados. No presente trabalho, reduzir os parâmetros utilizados no controle do estoque pode colocar em risco o nível de serviço oferecido ao cliente final. Tanto o cliente como o fornecedor desejam evitar ao máximo as faltas dos produtos DEF nas lojas Auchan.

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2008), “as aplicações de apoio à decisão de estoque estão se tornando cada vez mais importantes devido à ênfase na dinamização dos níveis de estoque para reduzir a base de ativos logísticos. A demanda por parâmetros de estoque mais refinados aumentou a necessidade de técnicas de análise de estoque mais sofisticadas”.

As principais etapas para o desenvolvimento de um modelo de simulação são:

- Formulação do problema;
- Construção do modelo;
- Verificação e validação do modelo;
- Coleta de dados;
- Execução dos experimentos;
- Análise dos resultados.



### **3. ANÁLISE DA GESTÃO DE ESTOQUE NA DEF**

Para que a solução desenvolvida seja o mais aderente às necessidades da empresa, é necessária uma compreensão do contexto em que a organização está inserida. Por este motivo, neste capítulo, apresentam-se uma análise da gestão de estoques dos produtos da DEF, com destaque para as particularidades associadas a esse tipo de produto, bem como um estudo do comportamento da demanda e sugestões de melhorias no processo.

#### **3.1. Mercado de águas envasadas**

Atualmente, o mercado francês de águas em garrafas corresponde a um volume de 5,4 bilhões de litros de água consumidas, estando em terceiro lugar na Europa, atrás apenas da Alemanha e da Itália (DANONE, 2010). Em 2010, esse consumo representou um faturamento de €1,68 bi.

Na França, a água de torneira é considerada potável, satisfazendo os critérios de pureza impostos pelas leis francesas. Ela é consumida diariamente pelos franceses, em casa e até mesmo em restaurantes. No entanto, durante os anos 90, surgiram problemas sanitários a respeito da potabilidade da água de torneira, tornando o mercado de água em garrafas ainda mais lucrativo. Os produtores de água envasada desenvolveram suas campanhas de marketing em torno da segurança de uma água saudável, o que possibilitou um forte desenvolvimento nessa época.

No entanto, no começo dos anos 2000, a situação se inverteu. A água de torneira deixou de ser vista como um perigo. Os produtores de água em garrafa foram impedidos de divulgar informações sobre a qualidade da água de torneira. Os consumidores se tornaram mais exigentes ecologicamente e a sociedade passou a se comprometer com a redução de lixos, tal como o plástico das garrafas de água. Além disso, a concorrência com garrafas filtrantes se intensificou. Por fim, com a crise econômica, o poder de compra caiu e a sociedade reduziu o consumo de água envasada, optando pela água de torneira novamente.

Diante desse cenário, os produtores de água envasada foram pressionados a mudar sua estratégia marketing e passaram a destacar mais os ganhos em vitalidade, juventude ou ainda perda de peso pelo consumo de seus produtos, reforçando a imagem de cada marca (por exemplo, Evian com as propagandas de bebês, Volvic e a sua relação com a natureza, Figura 21). Igualmente, as grandes marcas procuraram também reduzir o preço de venda de seus

produtos, pela redução dos custos e multiplicação de ofertas promocionais, que atualmente representam o principal fator de crescimento desse mercado.



**Figura 21: Campanhas publicitárias da Evian (bebês) e Volvic (natureza).**

As águas sem gás dominam o mercado francês, com cerca de 80% do volume total de vendas. No entanto, ao longo dos últimos anos, as águas minerais naturais vêm sofrendo uma grande concorrência por parte das águas naturais não minerais. Como mencionado no Capítulo 1, as águas não minerais correspondem às águas cujos níveis de minerais são inferiores aos estabelecidos para a água mineral natural.

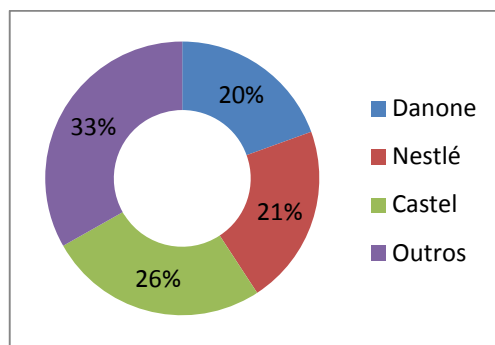
A principal marca de água natural não mineral da França, Cristallina, teve um incrível crescimento ao se estabelecer próxima a fontes localizadas em diferentes regiões da França, se aproximando dos consumidores. Dessa forma, ela conseguiu reduzir os custos logísticos de transporte e consequentemente o preço de venda de seus produtos.

Com a redução do poder de compra na França, os franceses passaram a consumir as águas não minerais que são mais baratas do que as águas minerais naturais. Além disso, as grandes redes de supermercados também criaram suas próprias marcas (marcas de distribuidores), acirrando ainda mais a competição. Por isso, a indústria de água mineral reorientou sua política de marketing, buscando justificar a diferença de preço com as águas não minerais.

Já as águas gasosas atraem cada vez mais consumidores e conservam um forte potencial de desenvolvimento, sem a necessidade de grandes campanhas promocionais para impulsionar as vendas.

Enquanto as importações no mercado francês continuam muito baixas, os produtores franceses realizam bons resultados de exportação, principalmente para países europeus, asiáticos e os Estados Unidos. Apesar do forte impacto dos custos de transporte no preço final do produto, as vendas no mercado internacional apresentam bons resultados, graças à grande notoriedade da marca Evian no Japão e nos Estados Unidos.

A indústria francesa de águas em garrafas é muito concentrada, pois os grupos Danone (com as marcas Evian, Volvic, Badoit, Salvetat e Tallefine), Nestlé (Perrier, Vittel, Contrex, Aquarel, Hepar) e Castel (Cristallina) realizam aproximadamente 90% da produção francesa (vide Figura 22 para as participações do mercado em volume em 2010).



**Figura 22: Repartição do mercado de águas na França.**

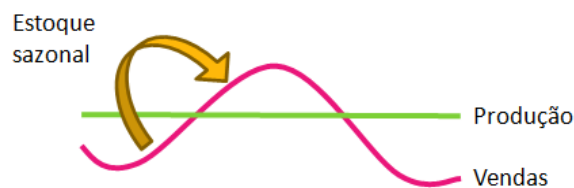
**Fonte: Revista de divulgação interna DEF (03/2011).**

A cadeia de suprimentos, que é definida como a combinação de fluxos de materiais e de informações, deve ser concebida diferentemente segundo o tipo de produto suprido. A logística da água em garrafas apresenta restrições que devem ser consideradas na elaboração de soluções que permitam atender o objetivo de entregar ao cliente o bom produto, com um bom nível de serviço, ao menor custo e menor impacto ambiental.

As principais restrições do mercado de águas em garrafas são relativas à sazonalidade da demanda (versus a capacidade de produção) e aos elevados custos de transporte.

A demanda no mercado de águas envasadas apresenta alta sazonalidade, com um grande pico no verão. No entanto, a capacidade de produção é limitada às fontes exploradas. As plantas funcionam o ano inteiro a uma capacidade de produção constante associada à capacidade de exploração das fontes. Por esse motivo, as plantas são incapazes de satisfazer à forte demanda durante o verão sem a utilização de estoques de sazonais. Esses estoques servem para suavizar a produção ao longo do ano, evitando que a planta fique ociosa durante um período e em capacidade máxima no outro.

A Figura 23 representa o comportamento sazonal da demanda e a necessidade dos estoques de sazonais.



**Figura 23: Sazonalidade no mercado de águas envasadas.**

Para atender à demanda durante a alta temporada, a DEF constitui um estoque sazonal em seus CDs e nos CDs dos clientes. O estoque armazenado no CD do cliente é conhecido como estoque de consignação. Neste caso, o estoque pertence à DEF, mas é armazenado pelo cliente. Há um contrato que estabelece o pagamento por essa estocagem e o momento de faturamento do estoque.

Além da alta sazonalidade da demanda, esse estoque garante um bom nível de serviço ao cliente, ao minimizar os impactos de problemas no transporte, de movimentos sociais ou de possíveis variações climáticas (como a forte onda de calor que atingiu a Europa no verão de 2003).

Além disso, as águas envasadas são produtos que possuem um baixo preço em relação ao seu volume ou peso. Consequentemente, os custos associados ao transporte representam uma parte significativa do preço final do produto. Por esse motivo, as empresas deste mercado procuram reduzi-los de diversas maneiras.

Como mencionado no Capítulo 1, uma das práticas da DEF é a utilização de tarifas diferenciadas de acordo com a quantidade de paletes em um pedido. Essa medida visa incentivar os clientes a realizarem pedidos em carga completa.

Em maio de 2011, houve uma mudança na regulamentação francesa, determinando um aumento no peso máximo que um caminhão pode transportar de 40 a 44 toneladas. Com essa medida, a DEF estima um ganho de produtividade da ordem de 4,3% e também uma redução do impacto ambiental, devido à redução de 9,3% na quantidade de viagens necessárias às operações.

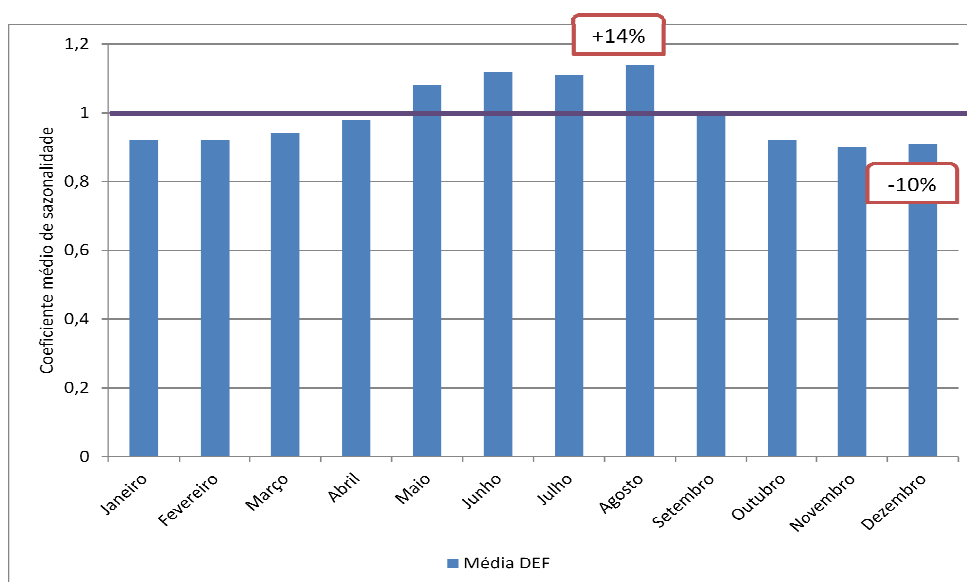
Outra medida adotada pela DEF para reduzir os custos de transporte foi a escolha da localização de seus CDDs próximos aos grandes centros de consumo, minimizando os custos de transporte.

Por fim, a organização dos produtos em diferentes famílias, que não podem ser misturadas em um mesmo pedido, tem como objetivo a redução dos custos de transporte. Dessa forma, os produtos pilares são sempre expedidos a partir das plantas de envase diretamente para os CDs dos clientes.

### 3.2. Análise do comportamento da demanda

Uma das principais características da demanda de águas envasadas é o seu comportamento sazonal. Um estudo feito pelo departamento de previsões de vendas da DEF analisou o comportamento da demanda para as águas envasadas, utilizando dados de 2006 a 2010. As principais conclusões deste estudo retratam o elevado grau de sazonalidade da demanda, as diferenças de sazonalidade de acordo com o tipo de produto analisado e o impacto de variações climáticas na demanda.

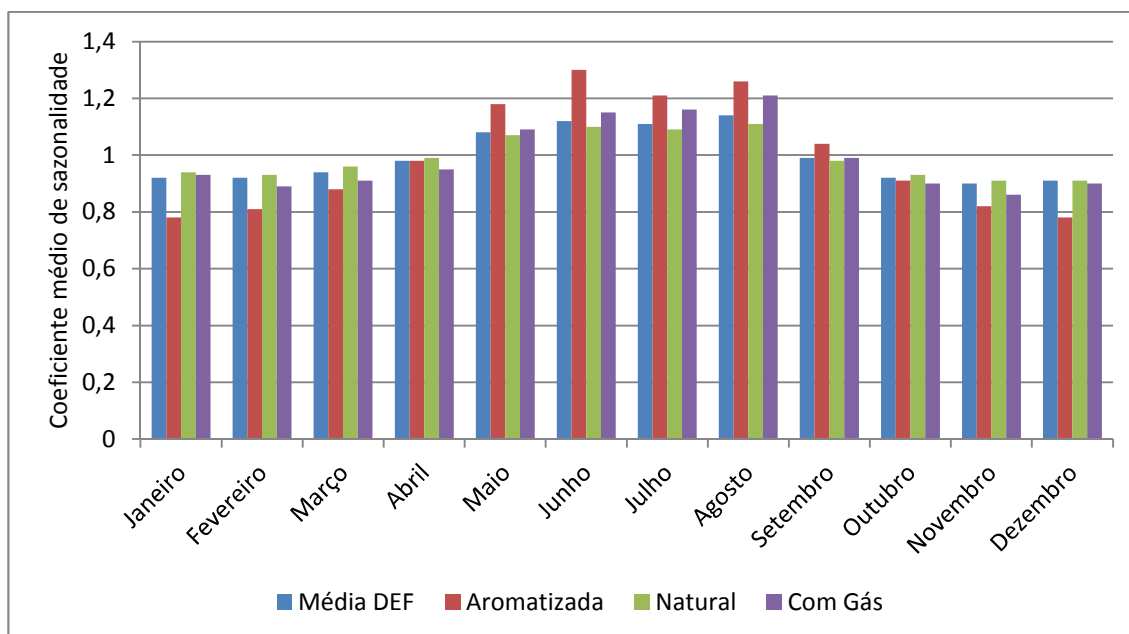
Durante o ano, é possível identificar a alta e a baixa temporada (correspondendo às estações de verão e inverno respectivamente). As vendas podem variar de -10% (Dezembro) a +14% (Agosto) comparado com o volume médio de vendas (Figura 24).



**Figura 24: Coeficiente médio de sazonalidade (2006 a 2010).**

**Fonte: Documento interno de previsão de vendas DEF.**

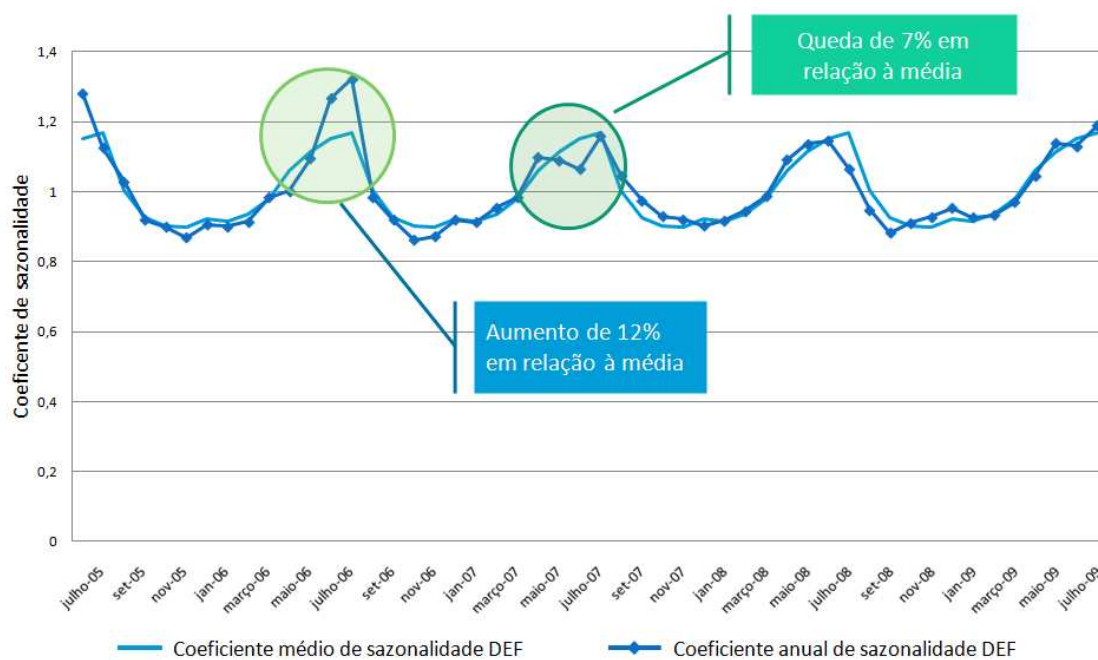
O perfil de sazonalidade varia de acordo com o tipo de água. As águas sem gás apresentam um efeito sazonal pequeno. Já as águas com gás apresentam um forte pico no Natal (e final de ano) e as águas aromatizadas possuem forte sazonalidade no verão (Figura 25).



**Figura 25: Coeficiente de sazonalidade por tipo de água.**

**Fonte: Documento interno de previsão de vendas DEF.**

A temperatura tem um forte impacto na demanda: a onda de calor durante o verão de 2006 afetou significativamente as vendas durante a alta temporada, enquanto que o verão ameno de 2007 resultou na redução do volume de vendas (Figura 26).



**Figura 26: Impacto da temperatura no coeficiente de sazonalidade.**

**Fonte: Documento interno de previsão de vendas DEF.**



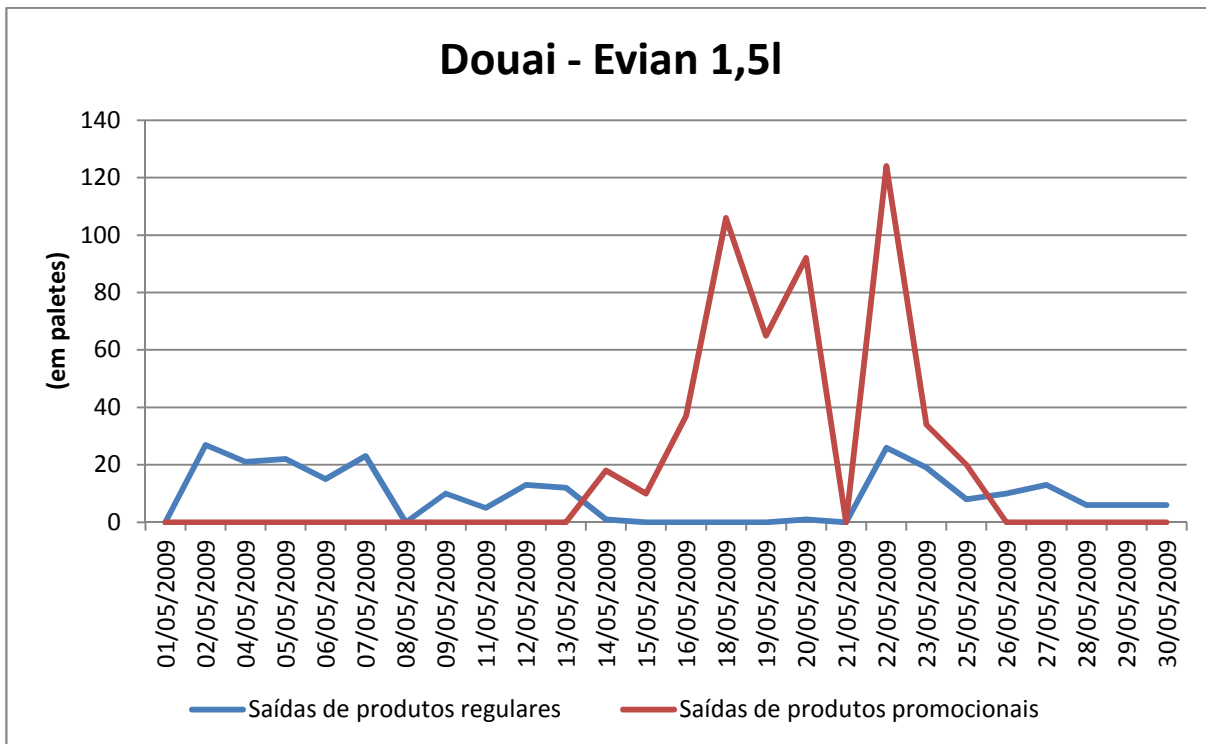
Além da sazonalidade, outra característica importante da demanda de águas envasadas está associada às promoções. Como mencionado anteriormente, o mercado de águas envasadas na França está em estagnação. As promoções constituem o principal fator de estímulo às vendas. A concorrência aplica preços agressivos por meio de ofertas promocionais para conquistar novas parcelas de mercado. Para se manter competitiva, a DEF também participa desse sistema de promoções.

Existem dois tipos de promoções na DEF: as promoções do tipo “*Hard Selling*” (HS) e as do tipo “*Virtual Lot*” (VL). A primeira corresponde a um produto especialmente desenvolvido para uma promoção com uma embalagem diferente da dos produtos regulares (por exemplo, um pacote com seis garrafas Volvic, em que uma é gratuita, representado na Figura 27) e a segunda corresponde a um produto regular, mas comercializado com um mecanismo promocional (por exemplo, uma promoção leve três garrafas de Badoit pelo preço de duas, como na Figura 27).



Figura 27: Promoção do tipo *Virtual Lot* (Badoit) e do tipo *Hard Selling* (Volvic).

Apesar do aumento nas vendas dos itens em promoção, as promoções provocam um impacto negativo na demanda dos produtos regulares (fora da promoção). A Figura 28 mostra um exemplo do impacto de uma promoção sobre as vendas regulares de Evian 1,5l no CDA de Douai. A promoção começa nas lojas a partir do dia 20 de maio, e uma semana antes, a demanda do produto regular foi reduzida bruscamente.



**Figura 28: Saídas em Douai de Evian 1,5l em 2009, durante uma promoção.**

As promoções possuem um modo de funcionamento diferente dos produtos regulares. O volume de uma promoção é fixo, negociado pelo departamento de vendas. A sua eficiência depende de muitos fatores, tal como a exposição no supermercado, o tipo de promoção aplicado, a existência de promoções da concorrência, entre outros.

No caso de clientes em VMI, a gestão do estoque de produtos regulares e promocionais é feita pelo fornecedor. Os estoques desses produtos são analisados separadamente, mas não é possível eliminar a relação existente entre esses dois tipos de estoques: o estoque regular é fortemente impactado quando há promoções, e esse impacto é chamado efeito de canibalização. Este efeito pode ter uma repercussão momentânea no nível de estoque do produto regular (fora da promoção), ou durar por mais tempo dependendo do tipo de promoção. Esses efeitos devem ser considerados na análise do comportamento da demanda.

No modelo de reposição de estoque dos CDAs, a demanda média diária dos últimos dias é utilizada para calcular as necessidades de reabastecimento. Se durante esses dias houve uma promoção, o impacto dessa promoção deve ser considerado no cálculo da demanda média diária. Existe uma base de dados da equipe de previsão de vendas da DEF, em que as promoções são classificadas por tipo, e para cada tipo de promoção e SKU, há o impacto médio dessa promoção sobre as vendas do produto regular. Esse impacto foi determinado com

base no histórico de vendas de cada produto. A Figura 29 mostra uma parte dessa base de dados.

Marca	Tipo de promoção	SKU	Descrição	Tipo x SKU	HS ou VL	Coef de canib HS	Coef de canib LV	Adicional
BAD	2d pack à 50%	9118	Badoit Verte 6 X 1L Palette	2d pack à 50% 9118	VL	0%	-70%	33%
BAD	2d pack à 50%	9119	Badoit Verte 6 X 1L Demi Palette	2d pack à 50% 9119	VL	0%	-70%	33%
BAD	2d pack à 50%	8786	Badoit 6x50cl verte	2d pack à 50% 8786	VL	0%	-88%	17%
BAD	2d pack à 50%	10516	Badoit Rouge 6 X 1L Palette	2d pack à 50% 10516	VL	0%	-81%	23%
BAD	2d pack à 50%	17697	Badoit 4 X 75cL Demi Palette	2d pack à 50% 17697	VL	0%	-88%	17%
BAD	2d pack à 50%	10518	Badoit 6x1L rouge MP	2d pack à 50% 10518	VL	0%	-81%	23%
BAD	3 pour 2	8786	Badoit 6x50cl verte	3 pour 2 8786	VL	0%	-88%	17%
BAD	3 pour 2	9118	Badoit Verte 6 X 1L Palette	3 pour 2 9118	VL	0%	-62%	41%
BAD	3 pour 2	9119	Badoit Verte 6 X 1L Demi Palette	3 pour 2 9119	VL	0%	-62%	41%
BAD	3 pour 2	10516	Badoit Rouge 6 X 1L Palette	3 pour 2 10516	VL	0%	-55%	47%
BAD	3 pour 2	17697	Badoit 4 X 75cL Demi Palette	3 pour 2 17697	VL	0%	-81%	23%
BAD	4 pour 3	8786	Badoit 6x50cl verte	4 pour 3 8786	VL	0%	-88%	17%
BAD	4 pour 3	9118	Badoit Verte 6 X 1L Palette	4 pour 3 9118	VL	0%	-66%	38%
BAD	Gratuité	9117	Badoit 6X1,15L dt 15% Gratuit	Gratuité 9117	HS	-81%	0%	23%
BAD	Gratuité	10519	Badoit 6X1,15L MP dt 15% Gratuit	Gratuité 10519	HS	-81%	0%	23%
BAD	Gratuité	19277	Badoit 6x1L MP rouge dt 1Bt Gratuit	Gratuité 19277	HS	-81%	0%	23%
BAD	NIP >20%	17697	Badoit 4 X 75cL Demi Palette	NIP >20% 17697	VL	0%	-70%	33%
BAD	Ticket 50%	10516	Badoit Rouge 6 X 1L Palette	Ticket 50% 10516	VL	0%	-30%	71%
BAD	Ticket 50%	17697	Badoit 4 X 75cL Demi Palette	Ticket 50% 17697	VL	0%	-55%	47%
BAD	Ticket autres	17697	Badoit 4 X 75cL Demi Palette	Ticket autres 17697	VL	0%	-96%	9%
EVI	100% remboursé	8562	Evian 6x2L MP	100% remboursé 8562	VL	0%	-53%	50%
EVI	2d pack à 50%	9551	Evian 6x1L MP	2d pack à 50% 9551	VL	0%	-81%	23%
EVI	2d pack à 50%	8562	Evian 6x2L MP	2d pack à 50% 8562	VL	0%	-75%	29%
EVI	2d pack à 50%	11515	Evian 6x1,50L PALETTE	2d pack à 50% 11515	VL	0%	-70%	33%
EVI	2d pack à 50%	11518	Evian 6X1,50L MP	2d pack à 50% 11518	VL	0%	-70%	33%
EVI	2d pack à 50%	12468	Evian 6x50cl	2d pack à 50% 12468	VL	0%	-81%	23%
EVI	2d pack à 50%	14952	Evian 10x50cl	2d pack à 50% 14952	VL	0%	-81%	23%
EVI	2d pack à 50%	17310	Evian 12x33cl	2d pack à 50% 17310	VL	0%	-81%	23%

Figura 29: Base de dados com o efeito de canibalização.

### 3.3. Sugestões de melhorias no processo de controle de estoques DEF

Visando reduzir os níveis de estoque nos CDAs, a equipe Serviço ao Cliente da DEF, desde o começo do ano de 2011, colocou em prática algumas medidas para melhorar o processo de gestão de estoques. A seguir serão abordadas algumas dessas medidas, bem como a participação da autora em cada uma dessas iniciativas.

#### Criação de key-users para o software de gestão de estoques

Logo no mês de fevereiro, percebeu-se a necessidade de pessoas com conhecimentos amplos sobre todas as configurações e recursos disponíveis no *software*. Isso porque, notou-se que a maioria dos gerentes comerciais não utilizava todos os recursos do *software*, sendo necessárias pessoas que pudessem auxiliá-las. Assim, duas pessoas foram designadas para se tornarem *key-users* do programa. Durante um mês, elas tiveram treinamentos intensivos com os fornecedores do *software*.

Após os treinamentos, os *key-users* organizaram seções para repassar aos outros gerentes comerciais os principais aprendizados. Nessas seções, os *key-users* mostraram funcionalidades até então pouco exploradas do *software*, solucionaram dúvidas dos usuários e estudaram sugestões de melhorias para o sistema. Essas sugestões foram em seguida encaminhadas aos fornecedores do *software*. Entre o mês de março e julho, houve duas seções de treinamentos com todos os gestores comerciais (incluindo a autora).

#### Fichas armazéns

No mês de março de 2011, a autora criou fichas com informações relativas a cada um dos CDAs, de modo a facilitar a análise e permitir um controle padronizado dos dados. Essas fichas contêm informações sobre os horários de recepção do CDA, a capacidade máxima de caminhões por dia que esse CDA pode receber, quando podem ocorrer entregas de produtos promocionais de pequeno e grande volume, como são gerenciados os feriados, entre outras informações.

A grande vantagem dessas fichas é que, como cada CDA é gerenciado por diferentes gerentes comerciais, elas permitem que os gerentes comerciais sejam facilmente substituídos na gestão de estoque de seus CDAs pelos seus colegas, por meio da utilização das informações contidas nas fichas.

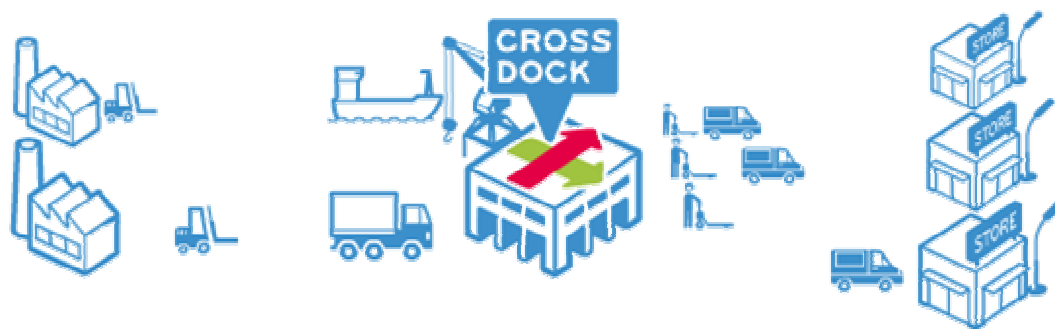
#### Reunião mensal entre o gestor comercial da DEF e o gerente de compras Auchan

Outra medida adotada foi a realização de reuniões mensais, entre o gerente comercial da DEF e o gerente de compras do CDA para compartilhar os resultados do mês, o andamento de projetos e áreas de melhoria. Nesta reunião são analisados os resultados obtidos em cada CDA em termos de estoque e níveis de serviço em relação às metas. Com as reuniões, o gerente comercial consegue atuar rapidamente em caso de problemas, melhorando os resultados do seu CDA. A autora, sendo responsável por um dos CDAs, conduziu juntamente com outra gerente comercial as reuniões referentes ao CDA Nimes.

#### Cross-docking

O *cross-docking* é uma técnica em que os produtos são entregues em um dos CDs do distribuidor e, a partir desses, os produtos são reorganizados para serem despachados para as lojas, sem que sejam registrados no inventário dos CDs. Os paletes são rapidamente descarregados do caminhão para em seguida serem identificados e carregados no outro caminhão que realizará as entregas até as lojas. Os CDs do distribuidor funcionam como

pontos de coordenação do estoque, mantendo os produtos em seus domínios por não mais do que 15 horas. Assim, há um aumento da velocidade do fluxo e consequente redução do nível de estoque nos CDs do distribuidor. Além disso, nessa estratégia logística, as mercadorias são rapidamente transferidas dos veículos do fornecedor para os veículos do distribuidor, possibilitando uma entrega mais rápida às lojas (redução do prazo de entrega). A Figura 30 mostra uma representação do funcionamento do cross-docking.



**Figura 30: Representação da técnica cross-docking**

Segundo Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003), para implantar essa técnica, é necessário um sistema de informação avançado, para assegurar que as retiradas e entregas sejam feitas rapidamente. Igualmente, o sistema de transporte deve responder rapidamente às necessidades do sistema, e as previsões devem ser confiáveis e baseadas no compartilhamento de informações. Por fim, deve-se ressaltar que esse tipo de prática só deve ser utilizado por grandes sistemas de distribuição que possuam muitos veículos entregando e retirando simultaneamente os produtos no ponto de transferência *cross-dock*, gerando eficiência no sistema. Nesses casos, a demanda elevada permite o envio de caminhões em carga completa até os pontos de venda, justificando o uso do *cross-docking*.

Com base nessas informações, em março de 2011, decidiu-se experimentar a possibilidade de utilizar o *cross-docking* para reduzir o estoque nos CDAs. Os CDAs já realizavam esse tipo de operação com outros fornecedores, o que facilitou a implantação. Cada um dos gerentes comerciais ficou responsável por organizar o início da entrega em *cross-docking* em seus CDAs. No entanto, decidiu-se que seriam realizados testes no CDA de Douai, para em seguida, estender a prática aos outros centros.

Dados os bons resultados alcançados pelo CDA Douai, a prática foi desenvolvida a partir do mês de maio nos outros CDAs. É importante salientar que o *cross-docking* foi utilizado apenas para o envio dos grandes volumes promocionais, o que possibilitou aliviar as

tensões nos CDAs durante esse período. Entre 30 e 50% do volume promocional das operações a grande volume foi enviado por meio dessa técnica.

#### Remessa direta às lojas

Outra maneira para reduzir os estoques nos CDs consiste em enviar os produtos diretamente aos pontos de venda, sem transitar pelos CDs. Essa prática permite reduzir o prazo de entrega e o nível de estoque nos CDs do distribuidor. Para garantir a eficiência do sistema, é necessário que a loja em questão tenha uma demanda suficiente para absorver o envio de um caminhão em carga completa. No entanto, deve-se ressaltar que esse tipo de prática exige um gasto maior para o fornecedor, uma vez que as lojas são menos adaptadas e acostumadas a receber os caminhões. Além disso, os horários para a recepção dos produtos são normalmente mais curtos, aumentando os riscos de problemas com transporte.

Remessas diretas foram criadas para as lojas Auchan de grande volume, com os produtos com alta rotação ou com os produtos das grandes ações promocionais. Cada gerente comercial foi responsável por definir juntamente com o gerente de compras de cada CDA a utilização ou não de remessas diretas. Em seguida, a proposta é enviada ao gerente da loja que pode ou não aceitar a proposta de receber um caminhão completo.

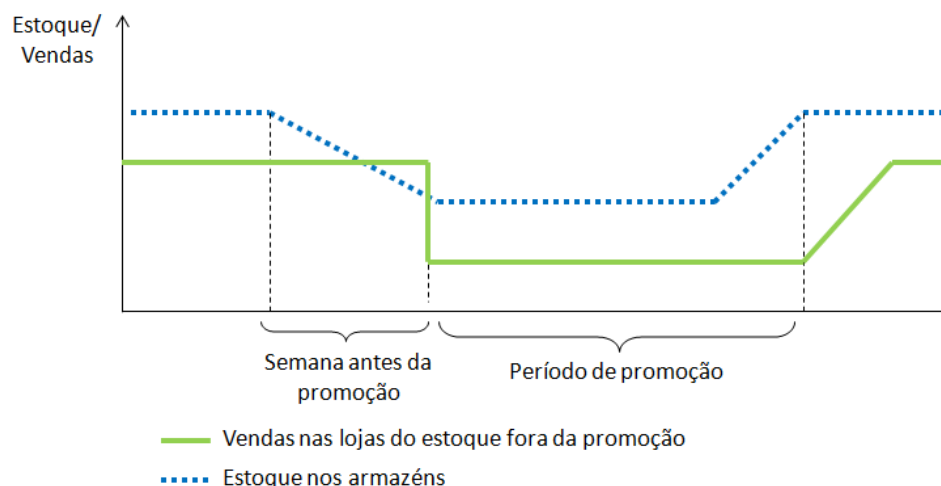
#### Pilotagem do estoque antes e depois da promoção

Como mencionado anteriormente, durante o primeiro semestre de 2011, ocorreram duas seções de treinamentos com todos os gerentes comerciais. Durante essas atividades, foram compartilhadas boas práticas de gestão com o *software*. Uma dessas práticas visava a uma melhor gestão do estoque de produto regular antes e depois de uma promoção. Como o *software* utilizado na VMI permite distinguir o estoque regular do estoque direcionado às promoções, é possível analisar o impacto de uma promoção sobre a demanda dos demais produtos impactados pela ação promocional.

Ao analisar o histórico das promoções em anos anteriores do Grupo Auchan, observou-se que uma semana antes do início da promoção nas lojas, há um efeito significativo de canibalização no estoque de produtos regulares, com redução do volume de saídas entre 20 e 80%, de acordo com o CDA, o tipo de promoção e o produto. A razão para essa queda é que as lojas precisam arranjar espaços em seus depósitos para os produtos promocionais, reduzindo o seu nível de estoque dos produtos não promocionais que terão as vendas diminuídas. Dessa forma, uma boa prática é antecipar essa redução na demanda, reduzindo o nível de estoque nos CDAs durante essa semana.

Por outro lado, ao final da promoção, as saídas dos produtos fora da promoção atingem o mesmo nível de antes e às vezes podem superar o nível normal de saídas. Isso porque, as lojas estão com um nível de estoque baixo para esse produto e precisam reconstituí-lo. Deste modo, há uma preocupação em restabelecer os níveis corretos de estoque alguns dias antes do fim da promoção.

A Figura 31 ilustra o estoque antes e depois de uma promoção.



**Figura 31: Pilotagem do estoque antes e depois de uma promoção.**

Além disso, o próprio estoque de promoção deve ser bem pilotado no momento de abastecimento dos CDAs. Normalmente, as promoções Auchan começam na quarta-feira e terminam na terça-feira da semana seguinte. Por isso, uma boa prática é entregar cerca de 50% do volume promocional na semana anterior ao começo da operação, 25% entre segunda e terça-feira da semana da promoção e o restante na quarta e quinta-feira do início da promoção. Porém, essa técnica pode colocar em risco o transporte, sobretudo em grandes promoções, ao sobrecarregar a entrega do volume promocional em poucos dias.

### Entregas regulares

Outra técnica empregada foi a determinação de entregas fixas para os CDs, ou seja, entregas enviadas regularmente, independentemente do nível de estoque. Apesar dessa política ser contrária à redução do estoque, ela permite assegurar um melhor planejamento da distribuição. O transporte na França está cada vez mais limitado, e por isso, as empresas estão criando práticas capazes de assegurar o transporte de seus produtos até os clientes. Esse tipo de prática aumenta o nível de estoque, uma vez que o cliente será reabastecido regularmente, independentemente do nível de estoque em seus CDs (por exemplo, se as suas vendas

diminuírem, essa informação não será considerada no curto prazo). Porém, pode-se considerar o efeito no estoque desse tipo de medida marginal quando comparado com os benefícios de garantia do transporte.

Dessa forma, estabeleceu-se um acordo com a Auchan, no começo de 2011, no qual a DEF se compromete a realizar entregas regulares dos produtos de grande volume para os CDAs de Douai e Marolles. O dia da semana e a quantidade de entregas fixas foram determinados após a realização de um estudo com base nas datas de entregas do último ano, que foram feitas aos dois CDAs, para os produtos Evian 1,5l e Volvic 1,5l. Esse estudo foi realizado pela autora, com o auxílio de cada um dos gerentes comerciais do CDA em estudo. Verificou-se que havia um padrão nessas expedições. Por exemplo, para o CDA Marolles, 60% das segundas-feiras de 2010 receberam pelo menos um caminhão Evian 1,5l. De maneira análoga, 54% das quartas-feiras e 46% das sextas-feiras receberam pelo menos um caminhão de Evian 1,5l. Portanto, a fim de garantir o transporte, foram proposta três entregas fixas, onde todas segundas, quartas e sextas-feiras em um horário pré-determinado, o CDA recebe um carregamento de Evian 1,5l.

A Figura 32 ilustra o exemplo da Evian 1,5L no CDA de Marolles. Neste gráfico estão representadas as entregas semanais que ocorreram no ano de 2010 por semana e as três entregas fixas semanais propostas pelo estudo. O objetivo das entregas fixas é assegurar a capacidade de transporte ao longo do ano.

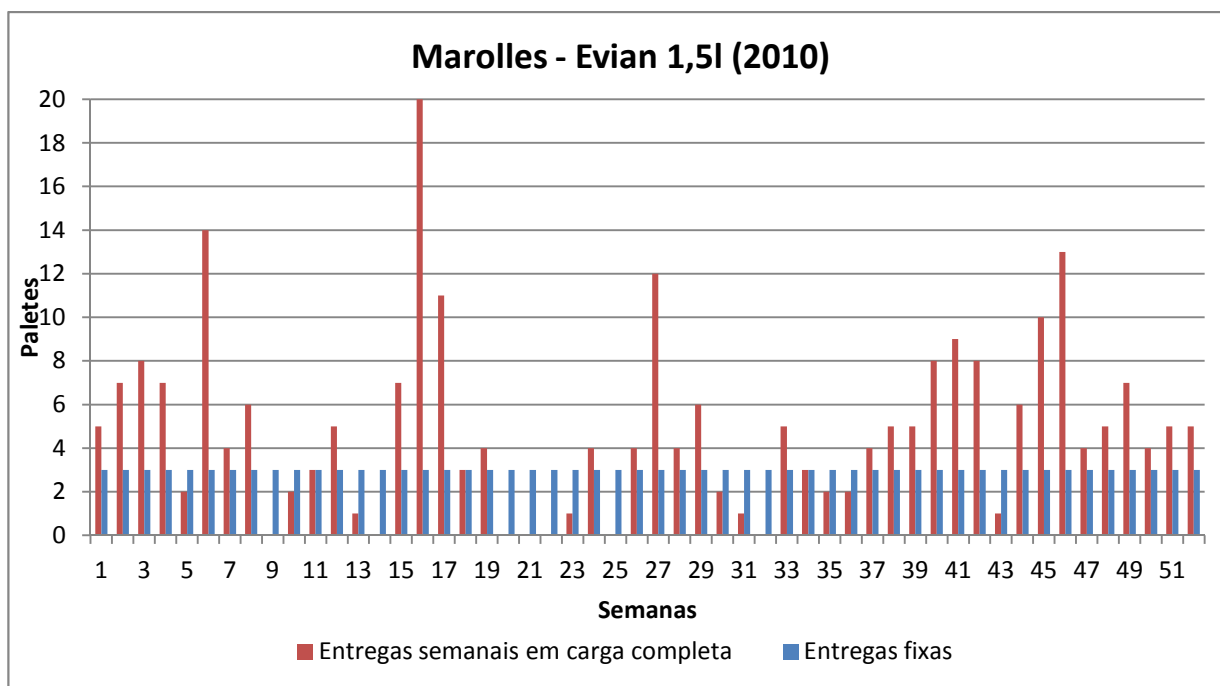


Figura 32: Entregas semanais de Evian 1,5l para o CDA de Marolles (2010).



### Redução no tempo de entrega

O Grupo Auchan, visando à redução do nível de estoque em seus CDAs, pediu a redução do prazo de entrega para determinados trajetos. Isso porque, alguns de CDAs localizam-se próximos às plantas da DEF, como por exemplo o CDA de Nimes e a planta de Salvetat. A DEF se comprometeu a estudar essa possibilidade, mas até o mês de julho, nenhum estudo foi realizado nesse sentido. A redução do prazo de entrega implica a redução do estoque de segurança, pois com uma entrega mais rápida, o intervalo de tempo que o estoque de segurança deve cobrir será menor, uma vez que as variações da demanda podem ser mais rapidamente compensadas por uma nova entrega.

Além das melhorias apresentadas ao longo deste capítulo, foi também realizado um estudo dos parâmetros utilizados no *software* de controle de estoque dos CDAs. Por ser um estudo mais complexo, sua análise será detalhada no próximo capítulo.



## 4. CALIBRAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLE DE ESTOQUE

Neste capítulo serão apresentados o funcionamento do *software* OCS e o processo de reposição de estoque da DEF nos CDAs. Também será detalhado o desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar na calibração dos parâmetros de controle de estoque DEF. Por fim serão apresentados os resultados obtidos com a simulação e implantação dos novos valores de cobertura mínima e das práticas sugeridas no capítulo 3.

### 4.1. Controle de estoque de produtos DEF nos CDAs

Essa seção apresenta a descrição detalhada do *software* utilizado no processo de gerenciamento do estoque pelo fornecedor e do processo de reposição de estoque utilizado pela DEF.

#### 4.1.1. *Software OCS*

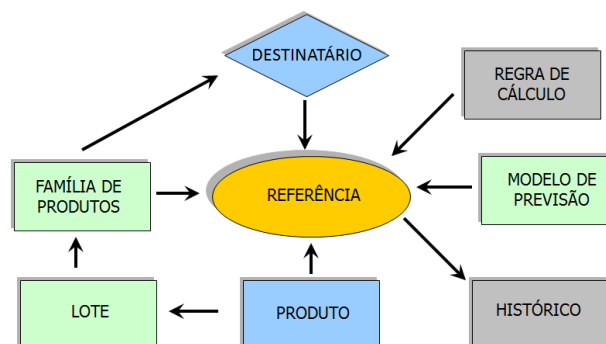
A boa relação entre a DEF e o grupo Auchan permitiu o desenvolvimento de projetos logísticos conjuntos. Um dos principais projetos que demonstra o grau de colaboração é o gerenciamento dos estoques do cliente pelo fornecedor, política essa também conhecida como VMI (*Vendor Managed Inventory*).

Na França, o modelo VMI, conhecido como GPA (*Gestion Partagée des Approvisionnements*), começou no início dos anos 90, em função de uma demanda do grupo Mars Masterfood (ASLOG, 2011). Atualmente, muitos distribuidores utilizam esse modelo de gerenciamento do estoque, principalmente para produtos alimentícios que possuem um abastecimento regular e em grandes quantidades. Consequentemente, os grandes distribuidores criaram verdadeiras relações de parcerias com os principais grupos alimentares, entre eles a Danone.

Em 2001, a DEF passou a gerenciar o estoque de seus produtos em um dos armazéns Carrefour. Atualmente, a DEF é uma das líderes em acordos VMI, oferecendo novas formas de parcerias e colaboração. A DEF gerencia o estoque de seus produtos em mais de 30 CDs de clientes, cujo volume de vendas corresponde a quase a metade do faturamento anual com os Grandes Varejistas.

Para gerenciar o estoque nos CDs de seus clientes, a DEF utiliza um *software* chamado OCS (em francês *Optimisation des Commandes et des Stocks*, que significa Otimização de pedidos e estoques). Este *software* possui um mecanismo de cálculo que, a partir do estoque físico e dos dados de entradas e saídas dos armazéns para as lojas, determina as quantidades de reabastecimento. O *software* possui certos parâmetros que permitem a sua adaptação às necessidades específicas de cada empresa, como por exemplo, variações no prazo de entrega entre produtos e CDs, número de semanas utilizadas para o cálculo das previsões, impacto de ofertas promocionais nas vendas regulares, tamanho de cada CD, entre outros. Suas principais funções são: analisar os movimentos do estoque no cliente e processá-los durante a noite e calcular as necessidades de reabastecimento, permitindo aos gerentes comerciais realizar as sugestões de pedidos.

O programa OCS possui uma terminologia própria, com regras bem definidas que asseguram o funcionamento do *software*. Os objetos do *software* OCS estão representados no diagrama da Figura 33.



**Figura 33: Objetos do *software* OCS.**

A seguir, será apresentado cada um dos objetos do *software* OCS.

### Destino

O Destino é um dos CDs do cliente cujo estoque é gerenciado pelo *software* OCS.

### Produto

O Produto corresponde às mercadorias oferecidas pelo fornecedor para abastecer os CDs do seu cliente.

### Referência

A Referência é o resultado da combinação de um produto em um destino. É o ponto central da arquitetura do *software*, ligando todos os outros objetos. No presente trabalho,

serão analisadas 25 referências (cinco destinos e cinco produtos). Cada referência possui condições de reabastecimento (unidade de fornecimento), de transporte até as lojas (unidade logística) e de consumo (unidade de consumo) específicas.

Por exemplo, um produto pode ser enviado em paletes do CD do fornecedor até o CD do cliente. Em seguida, esse mesmo produto é enviado do CD do cliente até as lojas em pacotes com seis garrafas. E, por fim, esse produto é vendido ao consumidor final em garrafas individuais. A Figura 34 ilustra este exemplo, em que a unidade de fornecimento é o palete, a unidade logística é o pacote de seis garrafas e a unidade de consumo é a garrafa. Para uma dada referência, cada uma dessas unidades deve ser definida, possibilitando a correta conversão dos dados enviados pelo cliente em relação ao volume de vendas nas lojas.



**Figura 34: Unidades associadas a uma referência.**

### Família de produtos

Uma família de produtos no *software* OCS equivale a uma família de produtos DEF, ou seja, é um conjunto de produtos que podem ser enviados em um mesmo pedido. Produtos de diferentes famílias não podem ser reagrupados em um mesmo pedido, por motivos de redução de custos de transportes. Como mencionado no capítulo 1, existem atualmente seis famílias de produtos na DEF: Evian 1,5l, Evian 2l, Volvic 1,25l, Salvetat 1,25l, Badoit Verde 1,5l e Multimarcas. Os cinco primeiros casos são produtos de alta demanda que são expedidos diretamente das plantas. Já no caso Multimarcas, são produtos de menor demanda, e que normalmente saem dos CDDs.

### Lote

O Lote corresponde à quantidade de paletes que devem ser enviadas em um mesmo pedido de modo a obter uma entrega com carga completa. Essa quantidade depende do produto e do tipo de transporte utilizado. No caso do transporte ferroviário, é possível enviar vagões com 34 a 36 paletes. Já para o transporte rodoviário, a capacidade varia entre 22 e 26

paletes, de acordo com o produto transportado. Como o transporte da DEF para a Auchan ocorre sempre com o mesmo tipo de caminhão, o tamanho do lote depende exclusivamente do produto transportado.

Porém, para os produtos da família multimarca, não há um tamanho de lote definido pois depende da combinação de produtos de diferentes volumes e tamanhos.

### Histórico

O Histórico armazena todas as informações de entradas e saídas passadas enviadas pelo cliente, bem como o estoque por período de cada referência (produto e CD do cliente). Guarda também os pedidos em abertos (no curto prazo) e as eventuais faltas de um produto em um dos CDs do cliente.

O histórico é de fundamental importância para o cálculo das previsões de demanda do *software*.

### A previsão demanda

A previsão de demanda para os próximos dias é simplesmente a demanda média diária dos últimos dias, determinada em função do histórico de vendas utilizado. É possível excluir desse histórico os dias com vendas excepcionais e os períodos de promoção que perturbam a média diária.

Além disso, o *software* também é capaz de calcular a previsão de vendas para os dias de promoção. Durante uma promoção, a demanda do produto regular é canibalizada por essa promoção. Para se aproximar da real demanda, o gerente comercial pode inserir no sistema o período da promoção e uma estimativa em porcentagem do efeito de canibalização dessa promoção sobre as vendas do produto regular. Esta é uma etapa muito importante, pois os dados do estoque promocional e regular são armazenados no sistema separadamente, o que permite distinguir os dois efeitos de uma promoção: a canibalização do estoque regular e as vendas adicionais do estoque promocional. Com essas informações, o *software* calcula a previsão de demanda para os dias de promoção da seguinte maneira:

$$F(t) = \bar{d}_t \times (1 - z)$$

Onde:

$F(t)$ : previsão de demanda em  $t$

$z$ : coeficiente de canibalização da promoção

$\bar{d}_t$ : demanda média diária em  $t$

A partir da previsão de demanda, o *software* determina as necessidades de reabastecimento.

### Regras de cálculo

As regras de cálculo de reposição utilizadas no *software* OCS são parametrizadas para cada um dos CDs do cliente. Essas regras permitem que o *software* leia as informações enviadas pelo cliente e as traduza na linguagem do *software*. Essas informações, combinadas com a previsão de demanda calculada anteriormente, permitem que o *software* determine as necessidades de reabastecimento. O cálculo das necessidades de reposição é baseado em três parâmetros: o histórico de vendas, o estoque projetado e a cobertura mínima (em dias).

O histórico de vendas é utilizado para calcular a demanda média diária dos últimos *n* dias. Dependendo do tamanho do CD e do fator de sazonalidade da demanda, o valor de *n* pode variar de uma semana até dois meses. No caso da Auchan, o histórico de vendas utilizado é de duas semanas.

O estoque projetado corresponde ao estoque esperado no prazo de seis dias, que corresponde ao prazo de entrega dos pedidos. Este estoque é calculado considerando o nível de estoque atual, os recebimentos programados nos próximos seis dias e a estimativa de demanda durante o prazo de entrega.

No controle de estoque, este estoque projetado deve ser maior ou igual a uma cobertura mínima de sete dias. Caso não seja, coloca-se um ou mais pedidos até que a cobertura projetada atinja a cobertura mínima.

A próxima seção apresentará em detalhes o cálculo das necessidades de reposição.

Para finalizar esta seção, pode-se observar a correlação entre cada uma das partes integrantes da arquitetura do *software*: a referência é o elemento central, que está associado a todos os outros objetos. O destino e o produto são objetos físicos/ concretos. Por fim, o histórico de vendas e as regras de cálculo são elementos fixos, que não podem ser alterados, enquanto que as famílias de produtos, o lote e a previsão de demanda são elementos que podem ser modificados com alterações em determinados parâmetros do *software*.

#### *4.1.2. Detalhamento do processo de reposição de estoque*

Para gerenciar os estoques de seus produtos nos CDAs, a DEF recebe diariamente informações sobre o estoque atual (inventário físico) e os movimentos de entradas

(recebimentos) e saídas (expedições) do dia anterior. Ao final de cada dia, o cliente envia essas informações via EDI para a DEF. A Tabela 5 ilustra um exemplo com as informações enviadas pela Auchan.

**Tabela 5: Exemplo de informações enviadas pela Auchan diariamente.**

CDA	Produto	Família	Estoque atual	Entradas de ontem	Saídas de ontem
<b>Douai</b>	Evian 1,5l	Evian 1,5l	26	0	7
<b>Douai</b>	Volvic 1,5l	Volvic 1,5l	11	21	4
<b>Douai</b>	Evian 2l	Evian 2l	3	21	5
<b>Douai</b>	Salvetat 1,25l	Salvetat 1,25l	17	0	3
<b>Douai</b>	Badoit 1l	Badoit 1l	10	26	4
<b>Nimes</b>	Evian 1,5l	Evian 1,5l	23	0	2
<b>Nimes</b>	Volvic 1,5l	Volvic 1,5l	20	21	4

No *software* OCS, as informações enviadas pelo cliente são armazenadas, graças à sua interface EDI, e utilizadas para gerenciar o seu estoque, por meio de um modelo de reposição contínua.

Durante a noite, o *software* processa os dados armazenados em sua memória para determinar as necessidades de reposição. Inicialmente, o *software* calcula o estoque atual em função do estoque anterior (armazenado no sistema) e dos dados de entrada e saída de estoque do dia anterior (enviados pelo cliente) conforme a equação:

$$I_t = I_{t-1} + X_{t-1} - Y_{t-1}$$

Onde:

$I_t$ : Estoque no início do dia  $t$

$X_t$ : Entrada no dia  $t$

$Y_t$ : Saída no dia  $t$

Na manhã do dia seguinte, os gerentes comerciais da DEF devem comparar o estoque atual enviado pelo cliente com o estoque calculado pelo *software*. Em caso de divergência, o gerente comercial da DEF analisa o motivo da diferença e então, determina o real nível de estoque.

As principais causas de divergência são problemas de conversão, estoques promocionais e problemas de atraso na entrega. Os problemas de conversão podem ocorrer,



por exemplo, quando o cliente envia as informações adotando como unidade de medida o pacote de seis garrafas, enquanto o *software* armazena as informações sobre os níveis de estoques utilizando o palete como unidade de medida. Este problema poderia ser corrigido se os dados fossem armazenados no *software* utilizando a menor unidade de medida de cada referência.

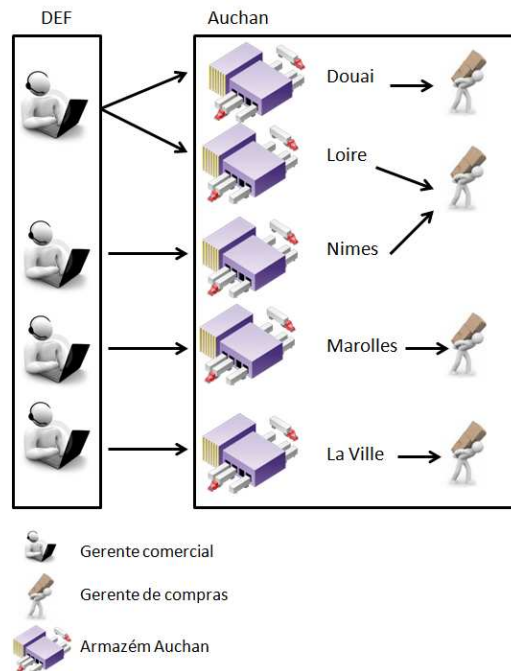
Além disso, as divergências também surgem quando o gerente de compras do CDA transfere o estoque promocional para estoque regular (com produtos fora da promoção). Isso ocorre quando as vendas de uma promoção foram inferiores ao volume negociado, sobrando estoque promocional após o período da promoção. Este tipo de erro pode ser resolvido se o gerente de compras do CDA avisar com antecedência ao serviço ao cliente sobre essa transferência do estoque promocional ao estoque regular.

Já os problemas de atraso na entrega ocorrem, por exemplo, quando o pedido estava previsto para chegar ontem, mas só chegou hoje de manhã, ou ainda, ele chegou ontem, mas depois do momento em que o cliente enviou as informações sobre o seu inventário. O gerente comercial da DEF tem duas possibilidades:

- após a identificação da verdadeira data de entrega, avançar a data de entrega do pedido, obtendo a correspondência entre o estoque físico e o estoque teórico;
- considerar o estoque do cliente como correto, sem avançar a data de entrega do pedido. Neste caso, no dia da real entrega do pedido haverá novamente uma diferença de estoque, mas no sentido contrário.

Deve-se notar que apenas a primeira opção permite que o sistema esteja sempre atualizado e com dados coerentes. Na segunda opção, os dados armazenados no sistema estarão incorretos durante o período de atraso do pedido. No entanto, atualmente cabe ao gerente comercial responsável pelo CDA escolher como prefere analisar esse tipo de situação. Essa liberdade de escolha na análise do problema prejudica a qualidade do histórico de dados. Apenas a primeira opção deveria ser utilizada.

Cada gerente comercial do Pólo Auchan é responsável por um CDA, exceto um, que gerencia o estoque de dois CDAs (Douai e Loire) (Figura 35). Da mesma forma, cada CDA possui um gerente de compras diferente, com exceção dos CDAs Nimes e Loire, que possuem um mesmo gerente de compras.



**Figura 35: Gerentes comerciais DEF e os gerentes de compra Auchan.**

Como cada CDA é gerenciado por uma pessoa diferente, tanto na DEF quanto na Auchan, o processo de reposição de estoques depende da relação entre o gerente comercial da DEF e o gerente de compras da Auchan. Consequentemente, a qualidade da troca de informações varia de um CDA para o outro.

Por outro lado, essa organização do Pólo Auchan permite que, na ausência de um dos gerentes comerciais (por férias, doença ou treinamento), o restante da equipe possa assegurar a continuidade do seu trabalho, graças à competência na utilização do *software* e o compartilhamento de informações específicas da rede Auchan, como promoções em andamento e próximos lançamentos.

Após a definição do nível de estoque, o *software* calcula uma previsão de demanda para os próximos dias, que é igual à demanda média diária dos  $n$  últimos dias úteis, o que exclui domingos e feriados. Neste cálculo, o gerente comercial pode excluir alguns dias do histórico. Se em um dia a demanda apresentou um comportamento muito discrepante, esse dia pode ser excluído do cálculo, para não perturbar a previsão de demanda. É por este motivo que os dias de promoções são excluídos do histórico. Assim, a previsão de demanda é obtida pela fórmula:

$$F_t = \bar{d}_t = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{t-j}}{n}$$

Onde:

$F_t$ : Previsão de demanda diária para o dia  $t$

$\bar{d}_t$ : Demanda média diária dos n últimos dias úteis

n: quantidade de dias úteis no histórico (com usualmente n=12, que corresponde a duas semanas)

$Y_t$ : Saída do dia t

Deve-se destacar que os CDAs estão abertos aos sábados, o que significa que ocorrem expedições de produtos dos CDAs para as lojas Auchan nesse dia da semana. Porém, a DEF não realiza as entregas dos CDDs aos CDAs nos sábados, pois este dia da semana não é considerado um dia útil pela DEF. Por este motivo, a demanda nas sextas-feiras pode ser considerada como o dobro da demanda normal ( $2 \times \bar{d}_t$ ). O *software* não considera sazonalidade da demanda nem durante a semana, tampouco durante o mês. Esta limitação, por hipótese, pode comprometer a qualidade da previsão, mas uma afirmação mais concreta depende de um estudo mais detalhado sobre a previsão de demanda, que não faz parte do escopo do presente projeto.

A próxima etapa consiste em determinar o estoque projetado ao final de um prazo de entrega, isto é, seis dias úteis adiante. Ou seja, procura-se estimar se é necessário abrir um pedido hoje, que chegará em seis dias úteis, para manter o nível estoque acima do mínimo. O nível do estoque projetado ao final desse período ( $I_{t+7}$ ) é obtido pela soma do estoque atual com os pedidos em aberto, decrescida da previsão de demanda neste período.

$$I_{t+7} = I_t + \sum_{i=0}^6 X_{t,t+i} - \sum_{j=0}^6 F_{t,t+j}$$

Onde:

$I_t$ : Estoque no início do dia t

$\bar{d}_t$ : Demanda diária média dos n últimos dias úteis

$X_{t,k}$ : Entrada programada em t para receber em k

$F_{t,k}$ : Previsão de demanda feita em t para o dia k

A Tabela 6 apresenta um exemplo do cálculo do estoque projetado, em que a demanda média diária é de 4 paletes/ dia. Além disso, o estoque inicial é de 27 paletes, e há duas entregas previstas de 22 paletes (com entrega prevista para terça e sexta-feira).

Tabela 6: Exemplo do cálculo do estoque 6 dias úteis adiante.

	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6
<b>Dia da semana</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>
<b>Estoque inicial (<math>I_t</math>)</b>	$I_t=27$	$I_{t+1}=45$	$I_{t+2}=41$	$I_{t+3}=37$	$I_{t+4}=51$	$I_{t+5}=47$	$I_{t+6}=43$
<b>Prev. de Saída (<math>F_{t,k}</math>)</b>	$F_{t,t}=4$	$F_{t,t+1}=4$	$F_{t,t+2}=4$	$F_{t,t+3}=8$	$F_{t,t+4}=4$	$F_{t,t+5}=4$	$F_{t,t+6}=4$
<b>Entradas programadas (<math>X_{t,k}</math>)</b>	$X_{t,t}=22$	$X_{t,t+1}=0$	$X_{t,t+2}=0$	$X_{t,t+3}=22$	$X_{t,t+4}=0$	$X_{t,t+5}=0$	$X_{t,t+6}=0$
<b>Estoque final (<math>I_{t+1}</math>)</b>	$I_{t+1}=45$	$I_{t+2}=41$	$I_{t+3}=37$	$I_{t+4}=51$	$I_{t+5}=47$	$I_{t+6}=43$	$I_{t+7}=39$

Onde,

$F_{t,k}$ : Previsão de demanda feita em t para o dia k

$X_{t,k}$ : Entrada programada em t para receber em k

Se  $\begin{cases} t+j \text{ for sexta-feira, } \rightarrow F_{t,t+j} = 2 \times \bar{d}_t \\ t+j \text{ não for sexta-feira, } \rightarrow F_{t,t+j} = \bar{d}_t \end{cases}$ , com  $0 \leq j \leq 6$

Em seguida, o *software* calcula a cobertura de estoque projetada também seis dias úteis adiante, dividindo o estoque projetado ( $I_{t+7}$ ) pela demanda diária média ( $\bar{d}_t$ ). Essa cobertura projetada corresponde a um estoque adicional à demanda do prazo de entrega.

$$C_{t+6} = \frac{I_{t+7}}{\bar{d}_t}$$

Onde:

$C_t$ : Cobertura de estoque ao final do dia t

$I_t$ : Estoque no início do dia t

$\bar{d}_t$ : Demanda média diária dos n últimos dias úteis

Como em um modelo de revisão contínua, a cobertura de estoque ao final de seis dias úteis é comparada com uma cobertura mínima ( $C_{min}$ ) determinada em conjunto pela DEF e pela Auchan. Essa cobertura mínima é fixada em sete dias para todas as referências.

Esse sistema de reposição tem como objetivo manter a cobertura projetada maior ou igual à cobertura mínima. Por esse motivo, quando a cobertura projetada ( $C_{t+6}$ ) for inferior ao valor mínimo, um novo pedido é aberto. Caso contrário, nenhum pedido é criado.

$$Se \begin{cases} C_{t+6} < C_{min} \rightarrow \text{nova proposta de pedido} \\ C_{t+6} \geq C_{min} \rightarrow \text{não há proposta de pedido} \end{cases}$$

Onde:

$C_t$ : Cobertura de estoque ao final do dia t

$C_{min}$ : Cobertura mínima

A Figura 36 resume o modelo de reposição de estoques.

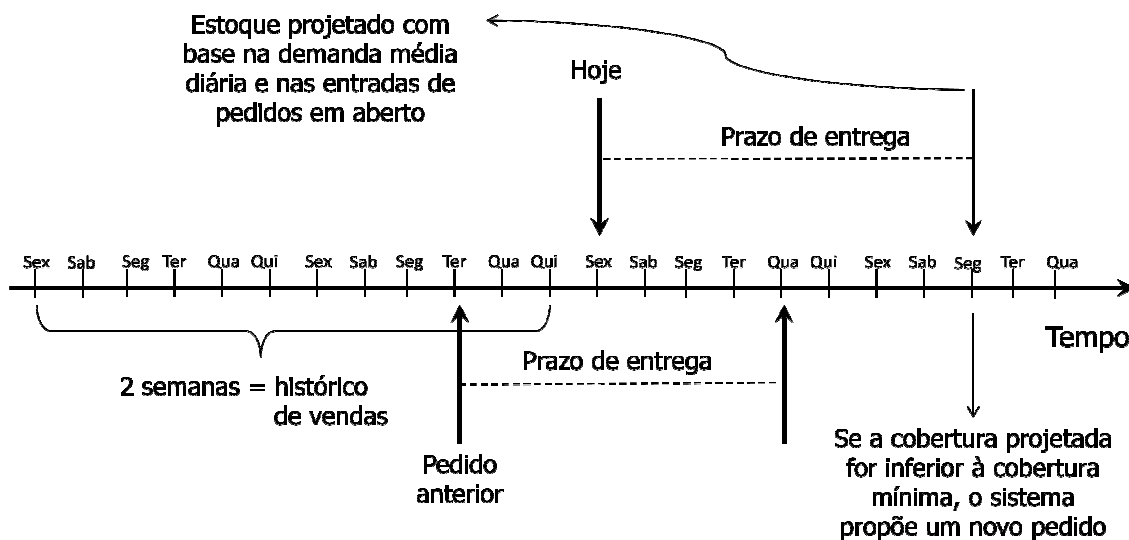


Figura 36: Representação do modelo de reposição.

Devido à política de carga completa, quando um pedido é colocado, o tamanho do pedido será sempre um múltiplo do tamanho do lote do produto transportado, o menor necessário para repor o estoque acima do nível mínimo. Assim, existem cinco lotes-padrão, um por família de produto, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Tamanho do lote por produto.

Produto	Evian 1,5l	Evian 2l	Volvic 1,5l	Salvetat 1,25l	Badoit 1l
Tamanho do lote (em paletes)	22	21	21	26	26

Quando um novo pedido deve ser aberto, o tamanho desse pedido é calculado em função do tamanho do lote do produto ( $n_p$ ). A necessidade bruta (Nec Bruta) corresponde ao estoque de mínimo ( $C_{min} \times \bar{d}_t$ ). A necessidade líquida (Nec Líq) corresponde à diferença entre a necessidade bruta e o estoque projetado ( $I_{t+7}$ ). Por fim, o tamanho do pedido equivale ao menor múltiplo do tamanho do lote que seja maior ou igual à necessidade líquida. Assim, tem-se:

$$Nec\ Bruta = C_{min} \times \bar{d}_t$$

$$Nec\ Líq = Nec\ Bruta - I_{t+7}$$

$$Q = n_p \times k \geq Nec\ Líq, \text{ com } k = \min\{0, 1, 2, \dots\}$$

Onde,

$C_{min}$ : Cobertura mínima

$I_t$ : Estoque no início do dia  $t$

$\bar{d}_t$ : Demanda média diária dos  $n$  últimos dias úteis calculada no dia  $t$

$n_p$ : tamanho do lote do produto  $p$

$k$ : número inteiro que define o múltiplo do lote

Nec Bruta: Necessidade bruta

Nec Líq: Necessidade líquida

$Q$ : quantidade total do pedido

A Figura 37 ilustra o cálculo da necessidade bruta.

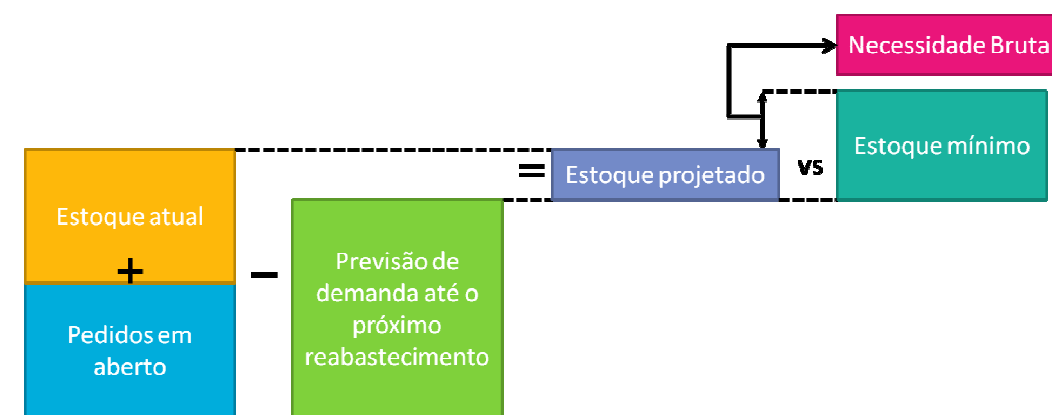


Figura 37: Cálculo de necessidade bruta.

O pedido gerado pelo *software* é analisado pelo gerente comercial que decide se ela será mantido, alterado ou mesmo cancelado. Isso porque, além das informações armazenadas no *software*, o gerente comercial possui outras informações a respeito da demanda do produto, tal como a existência de promoções, uma previsão de variação na temperatura ou um dia de venda excepcional.

O gerente comercial conhece o comportamento da demanda para cada um dos produtos (em termos de tendências e sazonalidade) no seu CDA. Com base na sua experiência, ele antecipa o comportamento da demanda de acordo com variações climáticas, que impactam as saídas no curto prazo.

Outra informação importante que os gerentes comerciais possuem diz respeito aos dias excepcionais de vendas, em que, por exemplo, há uma promoção do supermercado, e não propriamente do produto, aumentando as vendas dos produtos nesses dias.

A próxima etapa consiste em enviar as propostas em EDI ao distribuidor. Essa etapa deve ser feita antes do meio-dia, para que o cliente possa analisá-las até o final do dia. Cada proposta é aceita ou não pelo cliente, que pode alterar a quantidade do pedido, os produtos

nele presentes ou até mesmo a data de entrega. Durante a validação do pedido, o cliente deve também determinar o horário de entrega do pedido.

Normalmente, como a relação VMI entre a Auchan e a DEF já existe há alguns anos, o cliente confia nos pedidos colocados pelo Serviço ao Cliente da DEF. Raramente algum pedido é modificado, e quando alguma modificação é feita, normalmente corresponde a uma mudança de data de entrega, pois o CDA está saturado, sem espaço para recepcionar um novo pedido.

Há um controle de todas as modificações feitas pelo cliente. Se houver falta do produto, é feita uma análise para verificar se essa falta está associada a uma mudança no pedido feita pelo cliente. Neste caso, o nível de serviço da DEF não é penalizado.

Se o cliente validar o pedido, este é enviado por EDI, e é diretamente integrado no sistema SAP, sistema operacional da DEF. Neste caso, o pedido torna-se um pedido normal, como os de outros clientes que não trabalham em VMI. Existe um vínculo direto entre SAP e OCS, que permite atualizar automaticamente o *software* OCS com as modificações feitas pelo cliente. Por fim, as informações do pedido são enviadas ao prestador logístico responsável pelo transporte.

A Figura 38 apresenta o fluxograma do controle diário do estoque.

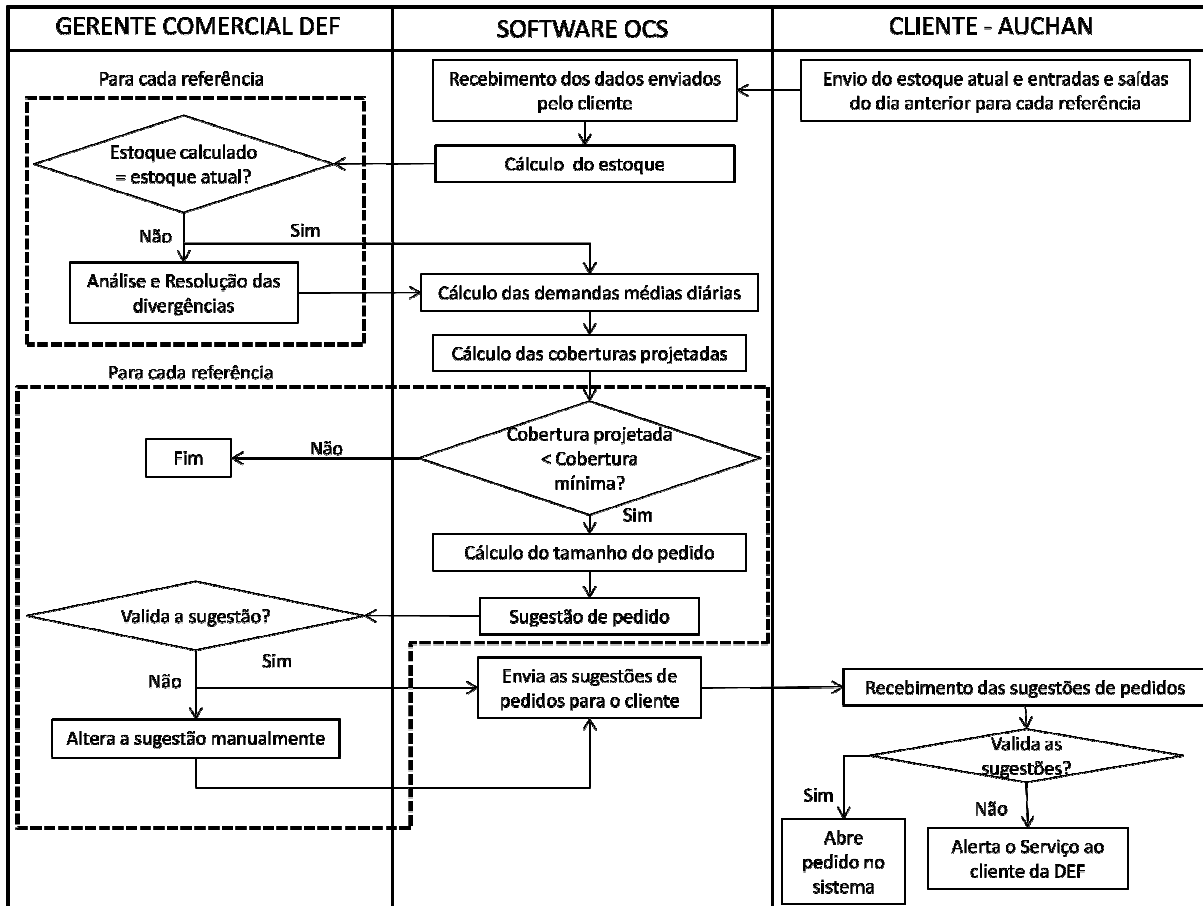


Figura 38: Fluxograma do processo.

É interessante observar que esse modelo de reposição empregado se assemelha ao modelo de reposição pelo ponto de pedido: quando a cobertura de estoque projetada atinge um valor inferior ao ponto de pedido (cobertura mínima), um novo pedido é proposto. Uma das principais diferenças está relacionada ao momento em que se observa o estoque, pois no modelo tradicional corresponde ao momento de revisão, enquanto que no modelo utilizado pela DEF corresponde ao dia da entrega de um pedido colocado hoje, ou seja, seis dias úteis adiante.

Outra diferença neste modelo é o fato utilizar a cobertura do estoque na análise, e não o nível de estoque em valor absoluto. Por esse motivo, pode-se dizer que este modelo se aproxima do modelo de calibração dinâmica apresentado na seção 2.4, uma vez que a cobertura depende da demanda média atualizada diariamente. Como as águas envasadas são produtos que apresentam alta sazonalidade, um modelo de reposição por ponto de pedido estático não seria capaz de levar em consideração essas variações da demanda.

Como visto, um dos principais parâmetros do *software* utilizado no gerenciamento do estoque pela DEF é a cobertura mínima, que atua como um ponto de pedido. Atualmente este



parâmetro está definido com o mesmo valor de sete dias para todas as referências, independentemente do produto ou do CDA em análise.

O comportamento da demanda de um produto pode variar tanto em termos do volume (média) quanto em termos de incerteza (variância). Essa variação ocorre por diversos fatores, dentre os quais se destacam a sazonalidade, as promoções e o preço. Da mesma forma, cada região da França possui características climáticas distintas que impactam o produto de maneiras diversas.

Alguns produtos são mais impactados por variações climáticas do que outros (água com gás é mais suscetível às variações climáticas do que a água normal). Além disso, cada produto possui um perfil de vendas distinto, de acordo com o ciclo de vida desse produto. Por exemplo, a marca Salvetat está em forte expansão ao longo dos últimos anos, graças aos comerciais de televisão que divulgam a marca até então bastante desconhecida pelos franceses. Por esse motivo, essa marca não possui praticamente nenhuma promoção. Por outro lado, a marca Badoit, também do tipo água com gás, já é bastante conhecida no mercado francês e enfrenta uma forte concorrência com as marcas da Nestlé (San Pelegrino e Perrier). Por isso, essa marca precisa de promoções para manter o seu volume de vendas. Assim, ao longo do ano, inúmeras promoções são realizadas com o intuito de atrair os consumidores. Essas promoções impactam a variabilidade da demanda.

De maneira semelhante, cada CDA está localizado em uma região da França, servindo a um conjunto distinto de lojas Auchan, que atendem clientes com perfis de consumo diferentes. Existem muitos fatores que diferenciam o tipo de consumo em cada região. Entre eles deve-se destacar o poder de aquisição e as temperaturas médias da região. As regiões com maior poder aquisitivo apresentam uma demanda menos volátil. Já as regiões mais pobres, apresentam uma demanda fortemente impactada por promoções. Além disso, regiões mais quentes tendem a ser mais sensíveis a uma variação climática do que as regiões com temperaturas mais amenas.

Como a cobertura de mínima serve para cobrir não apenas a média mas também a variância da demanda, é esperado que para os produtos com demanda estável possa-se trabalhar com cobertura mínima menor, sem prejuízo do nível de serviço.

#### 4.1.2.1.Exemplos

Para ilustrar o comportamento do modelo de reposição de estoques, a seguir serão apresentados quatro exemplos e os resultados obtidos em cada um deles. Os dois primeiros exemplos, por simplificação, apresentam uma demanda constante. Já os outros dois, possuem uma demanda variável.

##### Demanda diária constante igual á 12 paletes/ dia

Suponha um produto com demanda constante igual a 12 paletes/ dia. O tamanho do lote desse produto é de 24 paletes. Em  $t=1$ , a posição do estoque é de 84 paletes. Deseja-se saber como abastecer esse produto no CD, utilizando o modelo de reposição por cobertura projetada, com uma cobertura mínima de 7 dias?

A Tabela 8 apresenta o resultado deste exemplo, onde:

- Coluna  $I_t$ : estoque no início do dia  $t$ ;
- Coluna  $F_{t,k}$ : previsão de demanda feita em  $t$  para o dia  $k$ ;
- Coluna  $X_{t,k}$ : entrada programada em  $t$  para receber em  $k$ ;
- Coluna  $C_{t+6}$ : cobertura projetada em seis dias úteis adiante;
- Coluna  $k$ : inteiro que define o tamanho do pedido;
- Coluna  $C_{t+6}'$ : cobertura projetada após o novo pedido;
- Coluna  $Y_t$ : saída no dia  $t$ ;
- Coluna  $I_{t+1}$ : estoque no fim do dia  $t$ ;

**Tabela 8: Exemplo com demanda constante igual a 12 paletes/ dia.**

t	Dia da semana	$I_t$	$F_{t,k}$	$X_{t,t}$	$C_{t+6}$	k	$X_{t,k}$	$C_{t+6}'$	$Y_t$	$I_{t+1}$
1	Quinta	84	12	24	6,0	1		8,0	12	96
2	Sexta	96	12	24	7,0	0		7,0	24	96
3	Segunda	96	12	0	6,0	1		8,0	12	84
4	Terça	84	12	24	7,0	0		7,0	12	96
5	Quarta	96	12	0	6,0	1		8,0	12	84
6	Quinta	84	12	24	6,0	1		8,0	12	96
7	Sexta	96	12		7,0	0	24	7,0	24	96
8	Segunda	96	12		6,0	1	0	8,0	12	84
9	Terça	84	12		7,0	0	24	7,0	12	96
10	Quarta	96	12		6,0	1	0	8,0	12	84
11	Quinta	84	12		6,0	1	24	8,0	12	96
12	Sexta	96	12		7,0	0	24	7,0	24	96

t	Dia da semana	I <sub>t</sub>	F <sub>t,k</sub>	X <sub>1,t</sub>	C <sub>t+6</sub>	k	X <sub>t,k</sub>	C <sub>t+6</sub> '	Y <sub>t</sub>	I <sub>t+1</sub>
13	Segunda	96	12		6,0	1	0	8,0	12	84
14	Terça	84	12		7,0	0	24	7,0	12	96
15	Quarta	96	12		6,0	1	0	8,0	12	84
16	Quinta	84	12		6,0	1	24	8,0	12	96
17	Sexta	96	12		7,0	0	24	7,0	24	96
18	Segunda	96	12		6,0	1	0	8,0	12	84
19	Terça	84	12		7,0	0	24	7,0	12	96
20	Quarta	96	12		6,0	1	0	6,0	12	84
21	Quinta	84	12			2	24		12	96
22	Sexta	96	12			2	24		24	96
23	Segunda	96	12			3	0		12	84
24	Terça	84	12			3	24		12	96
25	Quarta	96	12			4	0		12	84

As entradas programadas até o dia 6 correspondem a pedidos abertos antes do dia 1 e por isso estão apresentadas na coluna X<sub>1,t</sub>. A partir do dia 7 (sexta-feira), as entradas dependem do valor da cobertura projetada (C<sub>t+6</sub>). A cobertura projetada para o dia 7 é calculada da seguinte maneira:

$$C_7 = \frac{I_1 - \sum_{j=0}^6 F_{1,1+j} + \sum_{i=0}^6 X_{1,1+i}}{\bar{d}_1}$$

Deve-se observar que como existem duas sextas-feiras entre o dia 1 e o dia 7, a previsão de demanda é 9 vezes a demanda média diária. Então se tem:

$$C_7 = \frac{84 - 9 \times 12 + 24 \times 4}{12} = 6$$

Assim, como a cobertura projetada calculada no dia 1 é de 6 dias, um novo pedido deve ser feito, de modo a manter a cobertura projetada em 7 dias. O tamanho desse pedido é calculado da seguinte maneira:

$$n_p \times k \geq (C_{min} - C_7) \times \bar{d}_1, \text{ com } k = \min\{0, 1, 2, \dots\}$$

$$k \geq \frac{(7 - 6) \times 12}{24} = 0,5$$

Logo k deve ser 1 e o tamanho do pedido é 24 paletes.

A sequência de pedidos continua, com uma média de 3 entregas por semana (24 x 3 = 72), já que a demanda em uma semana é de 72 paletes (= 12 x 6). O modelo se estabiliza com as entregas ocorrendo sempre nos mesmos dias (terça-feira, quinta-feira e sexta-feira).

Demanda diária constante igual á 4 paletes/ dia

Considere agora uma demanda constante de 4 paletes/ dia. Nesse caso, os resultados são apresentados na Tabela 9. Como se pode observar, o modelo de reposição se estabiliza com uma entrega de 24 paletes por semana.

**Tabela 9: Exemplo com demanda constante igual a 4 paletes/ dia.**

t	Dia da semana	$I_t$	$F_{t,k}$	$X_{1,t}$	$C_{t+6}$	k	$X_{t,k}$	$C_{t+6}'$	$Y_t$	$I_{t+1}$
1	Quinta	28	4	24	10,0	0		10,0	4	48
2	Sexta	48	4	0	9,0	0		9,0	8	40
3	Segunda	40	4	0	8,0	0		8,0	4	36
4	Terça	36	4	0	7,0	0		7,0	4	32
5	Quarta	32	4	0	6,0	1		12,0	4	28
6	Quinta	28	4	24	10,0	0		10,0	4	48
7	Sexta	48	4		9,0	0	0	9,0	8	40
8	Segunda	40	4		8,0	0	0	8,0	4	36
9	Terça	36	4		7,0	0	0	7,0	4	32
10	Quarta	32	4		6,0	1	0	12,0	4	28
11	Quinta	28	4		10,0	0	24	10,0	4	48
12	Sexta	48	4		9,0	0	0	9,0	8	40
13	Segunda	40	4		8,0	0	0	8,0	4	36
14	Terça	36	4		7,0	0	0	7,0	4	32
15	Quarta	32	4		6,0	1	0	12,0	4	28
16	Quinta	28	4		10,0	0	24	10,0	4	48
17	Sexta	48	4		9,0	0	0	9,0	8	40
18	Segunda	40	4		8,0	0	0	8,0	4	36
19	Terça	36	4		7,0	0	0	7,0	4	32
20	Quarta	32	4		6,0	1	0	6,0	4	28
21	Quinta	28	4			1	24		4	48
22	Sexta	48	4			1	0		8	40
23	Segunda	40	4			1	0		4	36
24	Terça	36	4			1	0		4	32
25	Quarta	32	4			2	0		4	28

Nos dois exemplos apresentados anteriormente, a demanda era igual para todos os dias. Nesses exemplos, o valor da cobertura projetada ( $C_{t+6}$ ) varia muito pouco: no caso 1 a cobertura varia entre 6 e 7 dias, enquanto que no caso 2, essa cobertura varia de 6 a 10 dias de cobertura.

Porém, sabe-se que na realidade a demanda por produtos do tipo água envasada nunca é constante, variando com o tempo. A seguir serão apresentados dois outros exemplos em que

a demanda varia de um dia para o outro. O intuito dessa análise é observar o impacto dessas variações no comportamento do modelo de controle de estoque utilizado pela DEF.

Demanda diária variável, com média de 12 paletes/ dia

Suponha agora que no caso 3, a demanda diária é variável, com média de 12 paletes por dia. O resultado deste exemplo é apresentado na Tabela 10. Neste caso, o padrão de entregas não é mais o mesmo: as entregas dependem das vendas realizadas nos dias precedentes. Por exemplo, na semana do dia 13 ao 17, há apenas 2 entregas (total de 48 paletes), e não 3 entregas por semana tal como no CD 1.

**Tabela 10: Exemplo com demanda média igual a 12 paletes/ dia.**

T	Dia da semana	$I_t$	$F_{t,k}$	$X_{1,t}$	$C_{t+6}$	k	$X_{t,k}$	$C_{t+6}'$	$Y_t$	$I_{t+1}$
1	Quinta	84	12,0	24	6,0	1		8,0	7	101
2	Sexta	101	11,6	24	8,0	0		8,0	21	104
3	Segunda	104	11,3	0	7,5	0		7,5	12	92
4	Terça	92	11,3	24	6,5	1		8,6	16	100
5	Quarta	100	11,7	0	6,7	1		8,8	12	88
6	Quinta	88	11,7	24	6,8	1		8,8	11	101
7	Sexta	101	11,6		8,0	0	24	8,0	20	105
8	Segunda	105	11,3		7,7	0	0	7,7	10	95
9	Terça	95	11,1		7,1	0	0	7,1	10	85
10	Quarta	85	10,9		6,4	1	24	8,6	12	97
11	Quinta	97	10,9		6,5	1	24	8,7	9	112
12	Sexta	112	11,1		7,6	0	24	7,6	25	111
13	Segunda	111	11,4		5,9	1	0	8,0	10	101
14	Terça	101	11,3		7,4	0	0	7,4	13	88
15	Quarta	88	11,0		6,5	1	0	8,7	5	83
16	Quinta	83	10,4		8,2	0	24	8,2	15	92
17	Sexta	92	10,8		6,3	1	24	8,5	33	83
18	Segunda	83	11,8		5,1	1	0	7,1	9	74
19	Terça	74	11,8		6,5	1	24	8,5	12	86
20	Quarta	86	11,9		7,3	0	0	7,3	13	73
21	Quinta	73	12,0			1	24		17	80
22	Sexta	80	12,7			2	0		29	51
23	Segunda	51	13,0			3	24		12	63
24	Terça	63	13,2			4	24		11	76
25	Quarta	76	13,0			4	24		16	84

Demanda diária variável, com média de 4 paletes/ dia

Suponha o CD 4 com demanda diária variável, mas com média de 4 paletes/ dia. Como a demanda não é constante, a reposição depende da demanda das 2 últimas semanas. Por isso, as entregas variam de uma semana para a outra. Por exemplo, a semana de 18 a 22 recebeu duas entregas de 24 paletes, enquanto que na semana do 13 ao 17 não houve nenhuma entrega.

**Tabela 11: Exemplo com demanda média igual a 4 paletes/ dia.**

t	Dia da semana	$I_t$	$F_{t,k}$	$X_{1,t}$	$C_{t+6}$	k	$X_{t,k}$	$C_{t+6}'$	$Y_t$	$I_{t+1}$
1	Quinta	28	4,0	24	10,0	0		10,0	8	44
2	Sexta	44	4,3	0	6,7	1		12,2	17	27
3	Segunda	27	5,1	0	6,8	1		11,5	5	22
4	Terça	22	5,2	0	10,2	0		10,2	1	21
5	Quarta	21	4,9	0	10,9	0		10,9	0	21
6	Quinta	21	4,6	24	11,3	0		11,3	4	41
7	Sexta	41	4,6		10,4	0	0	10,4	7	34
8	Segunda	34	4,5		10,2	0	24	10,2	5	53
9	Terça	53	4,6		8,8	0	24	8,8	3	74
10	Quarta	74	4,5		8,4	0	0	8,4	2	72
11	Quinta	72	4,3		7,6	0	0	7,6	8	64
12	Sexta	64	4,3		5,8	1	0	11,3	13	51
13	Segunda	51	4,0		10,8	0	0	10,8	7	44
14	Terça	44	4,2		8,3	0	0	8,3	3	41
15	Quarta	41	4,3		7,0	0	0	7,0	3	38
16	Quinta	38	4,6		4,5	1	0	9,8	2	36
17	Sexta	36	4,4		10,0	0	0	10,0	10	26
18	Segunda	26	4,7		7,9	0	24	7,9	6	44
19	Terça	44	4,8		6,3	1	0	11,4	4	40
20	Quarta	40	4,8		10,2	0	0	10,2	4	36
21	Quinta	36	5,0			0	0		1	35
22	Sexta	35	4,4			0	24		16	43
23	Segunda	43	4,7			1	0		3	40
24	Terça	40	4,3			1	0		4	36
25	Quarta	36	4,4			1	24		3	57

Nesses dois últimos exemplos, observa-se que as variações na demanda alteram os padrões de entrega, tornando-os menos previsíveis. Além disso, os valores da cobertura projetada podem atingir valores menores: no caso 3, a cobertura projetada varia de 5,1 a 8,2 dias, enquanto que no CD 4, essa cobertura projetada varia de 4,5 a 11,3 dias de cobertura. A

cobertura projetada atingiu valores inferiores ao da cobertura mínima, sem prejudicar o nível de serviço.

#### 4.2. Um modelo de simulação da operação

Nesta seção será apresentado o modelo desenvolvido para determinar os valores para a cobertura mínima, seguindo o modelo de reposição disponível no *software* OCS.

Conforme discutido anteriormente, apesar das diferenças no comportamento da demanda entre os produtos e os CDAs, a cobertura mínima definida no *software* é a mesma para todas as referências, de 7 dias de cobertura.

A Auchan, visando à redução de custos, pediu que fosse realizado um estudo de modo a determinar o valor da cobertura mínima (em dias) mais adequado para cada referência, sem comprometer o nível de serviço a jusante estabelecido em 99,5% (nível de serviço a jusante corresponde àquele entre o distribuidor e a sua loja).

Para essa análise, serão feitas as seguintes considerações:

- o tempo de entrega é constante igual a 6 dias úteis;
- os pedidos são entregues em caminhões completos, com tamanho de lote constante para cada tipo de produto;
- não é possível misturar famílias de produtos em um mesmo pedido;
- as previsões de vendas serão calculadas seguindo os cálculos do *software*.

Para determinar o melhor valor para a cobertura mínima, foi desenvolvido um modelo de simulação representando o funcionamento do *software* OCS. Neste modelo, o histórico de vendas de 2009 e 2010 é utilizado para determinar o menor valor que o parâmetro cobertura mínima pode atingir sem comprometer o nível de serviço.

O modelo foi desenvolvido utilizando o programa Microsoft Excel, com o auxílio da linguagem de programação VBA (*Visual Basics for Applications*). O modelo é repartido em três tipos de planilhas: base de dados, simulação e resultados.

##### Bases de dados:

Corresponde a 5 planilhas (uma para cada produto), que armazenam o histórico de vendas em cada CDA. A Figura 39 mostra parte do histórico de vendas de um produto.

Data	CDA	Produto	Saídas reais	Entradas reais	Posição do estoque final real
01/01/2009	Douai	Badoit 1l	0	0	104
02/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	100
03/01/2009	Douai	Badoit 1l	3	0	97
05/01/2009	Douai	Badoit 1l	3	0	94
06/01/2009	Douai	Badoit 1l	1	0	93
07/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	89
08/01/2009	Douai	Badoit 1l	2	0	87
09/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	83
10/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	79
12/01/2009	Douai	Badoit 1l	2	0	77
13/01/2009	Douai	Badoit 1l	1	0	76
14/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	72
15/01/2009	Douai	Badoit 1l	4	0	68
16/01/2009	Douai	Badoit 1l	1	0	67
17/01/2009	Douai	Badoit 1l	0	0	67
19/01/2009	Douai	Badoit 1l	0	0	67
20/01/2009	Douai	Badoit 1l	1	0	66
21/01/2009	Douai	Badoit 1l	1	0	65

**Figura 39: Parte do histórico de vendas.**

Além disso, a planilha com o histórico de cada produto armazena as promoções de 2009 e 2010, com o código do produto, a data de começo e fim da promoção, o tipo de produto e o coeficiente de canibalização estimado para esse produto.

A Figura 40 apresenta as promoções da Badoit 1l.

Data	Produto	Código do produto em promoção	Tipo de promoção	Coef Canib	Efeito de canib
01/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
02/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
03/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
05/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
06/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
07/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
08/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
09/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
10/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
12/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
13/01/2009	Badoit 1l	0	0	0	0
14/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
15/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
16/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
17/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
19/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
20/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1
21/01/2009	Badoit 1l	9119	3 por 2	-62%	1

**Figura 40: Parte do histórico de promoções do produto.**

### Simulação:

A planilha de simulação recebe os dados de entrada do modelo e simula o funcionamento do *software*. Os dados de entrada estão na Tabela 12.



Tabela 12: Dados de entrada do modelo.

Dados de entrada
Produto analisado
Tamanho do lote
CDA analisado
Cobertura mínima
Período de análise

Com os dados de entrada, o modelo de simulação recupera nas bases de dados o histórico de vendas e de promoções para a referência que será analisada. A partir dessas informações, ele simula o funcionamento do modelo OCS, determinando quando novos pedidos devem ser feitos.

Inicialmente, o modelo de simulação calcula as previsões de demanda, considerando o histórico do produto e o efeito de canibalização das promoções sobre os produtos regulares. As previsões de demanda do modelo de simulação representam com fidelidade o funcionamento do *software* OCS. Tal como no *software*, o modelo recupera as saídas das duas últimas semanas, excluindo de sua análise os períodos promocionais, e também integra os impactos das futuras ações promocionais.

A próxima etapa consiste em determinar para todos os dias do período de análise se um novo pedido deve ou não ser aberto. Para isso, o modelo de simulação calcula a cobertura projetada seis dias úteis adiante, comparando-a com a cobertura mínima. Se essa cobertura projetada for menor que a cobertura mínima, um novo pedido é feito. Caso contrário, nenhum pedido é aberto. A análise continua para os outros dias. Ao final, o modelo calcula o nível de serviço resultante no período de análise.

O valor da cobertura mínima no primeiro momento é de 7 dias, ou valor inicial definido pelo usuário. Se a simulação resultar em um nível de serviço superior ou igual a 99,5%, a cobertura mínima é decrescida de uma unidade. O processo continua enquanto o nível de serviço for maior ou igual a 99,5%.

O nível de serviço calculado no modelo é dado pela seguinte relação:

$$NS = \frac{\text{Demanda não atendida}}{\text{Demanda total}} \times 100\%$$

A Figura 41 ilustra a aparência do modelo. A coluna “Cobertura em 6 dias úteis” corresponde à cobertura projetada que é comparada à cobertura mínima.

Data	Dia da semana	Feriado	Dia útil DEF	Estoque inicial	Saídas	Entradas	Cobertura em 6 dias úteis	Previsão de saídas c/ canil	Previsão de entradas	Estoque final	Código promoç	Tipo de promoç	Coef Canil	Efeito de canil	Histórico	Demanda média diária s/ pro (2)
05/02/2009	QUINTA		1	48	4	0	7,5789474	38	26	44	0	0	0%	0	1	4,75
06/02/2009	SEXTA		1	44	5	0	6	42	26	39	0	0	0%	0	1	4,66666667
07/02/2009	SABADO		0	39	7	0	10,157895	42,75	52	32	0	0	0%	0	1	4,75
09/02/2009	SEGUNDA		1	32	4	0	8,8	40	52	28	0	0	0%	0	1	5
10/02/2009	TERÇA		1	28	5	26	9,8570652	35,84016	52	49	0	0	0%	0	1	4,83333333
11/02/2009	QUARTA		1	49	4	0	9,8662642	33,58285	26	45	0	0	0%	0	1	4,91666667
12/02/2009	QUINTA		1	45	5	0	10,497048	30,7076	26	40	0	0	0%	0	1	4,91666667
13/02/2009	SEXTA		1	40	4	0	10,883656	29,87378	26	36	0	0	0%	0	1	4,91666667
14/02/2009	SABADO		0	36	0	0	12,392971	26,08333	26	36	0	0	0%	0	1	4,75
16/02/2009	SEGUNDA		1	36	4	26	17,485577	19,46199	26	58	0	0	0%	0	1	4,33333333
17/02/2009	TERÇA		1	58	5	0	18,893232	17,25341	0	53	0	0	0%	0	1	4,41666667
18/02/2009	QUARTA		1	53	4	0	14,640991	18,7271	0	49	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
19/02/2009	QUINTA		1	49	5	0	8,9988166	23,06043	0	44	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
20/02/2009	SEXTA		1	44	0	0	2,811617	33,52632	0	44	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
21/02/2009	SABADO		0	44	1	0	7,6404078	37,85965	26	43	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
23/02/2009	SEGUNDA		1	43	1	0	7,3076383	36,06043	26	42	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
24/02/2009	TERÇA		1	42	3	0	5,4674259	40,39376	26	39	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
25/02/2009	QUARTA		1	39	4	0	8,2764873	44,7271	52	35	20530	3 pour 2	-58%	1	0	4,33333333
26/02/2009	QUINTA		1	35	10	0	6,7266653	47,26121	52	25	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
27/02/2009	SEXTA		1	25	14	0	9,6162067	49,79532	78	11	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
28/02/2009	SABADO		0	11	10	0	7,6888555	47,9961	78	1	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
02/03/2009	SEGUNDA		1	1	8	26	7,096666	41,86355	78	19	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
03/03/2009	TERÇA		1	19	7	0	6,1772004	40,06433	52	12	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
04/03/2009	QUARTA		1	12	5	26	10,816098	38,26511	78	33	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333
05/03/2009	QUINTA		1	33	4	0	10,647565	36,46589	52	29	20530	3 pour 2	42%	1	0	4,33333333

**Figura 41: Tela da planilha do modelo de simulação.**

### Resultados:

Os resultados da simulação são exportados para uma das 5 planilhas de resultados, de acordo com o produto analisado. Nessas planilhas, armazenam-se os melhores resultados obtidos para cada referência no período analisado.

A Figura 42 apresenta o fluxograma do modelo utilizado para determinar o menor valor da cobertura mínima para cada referência.

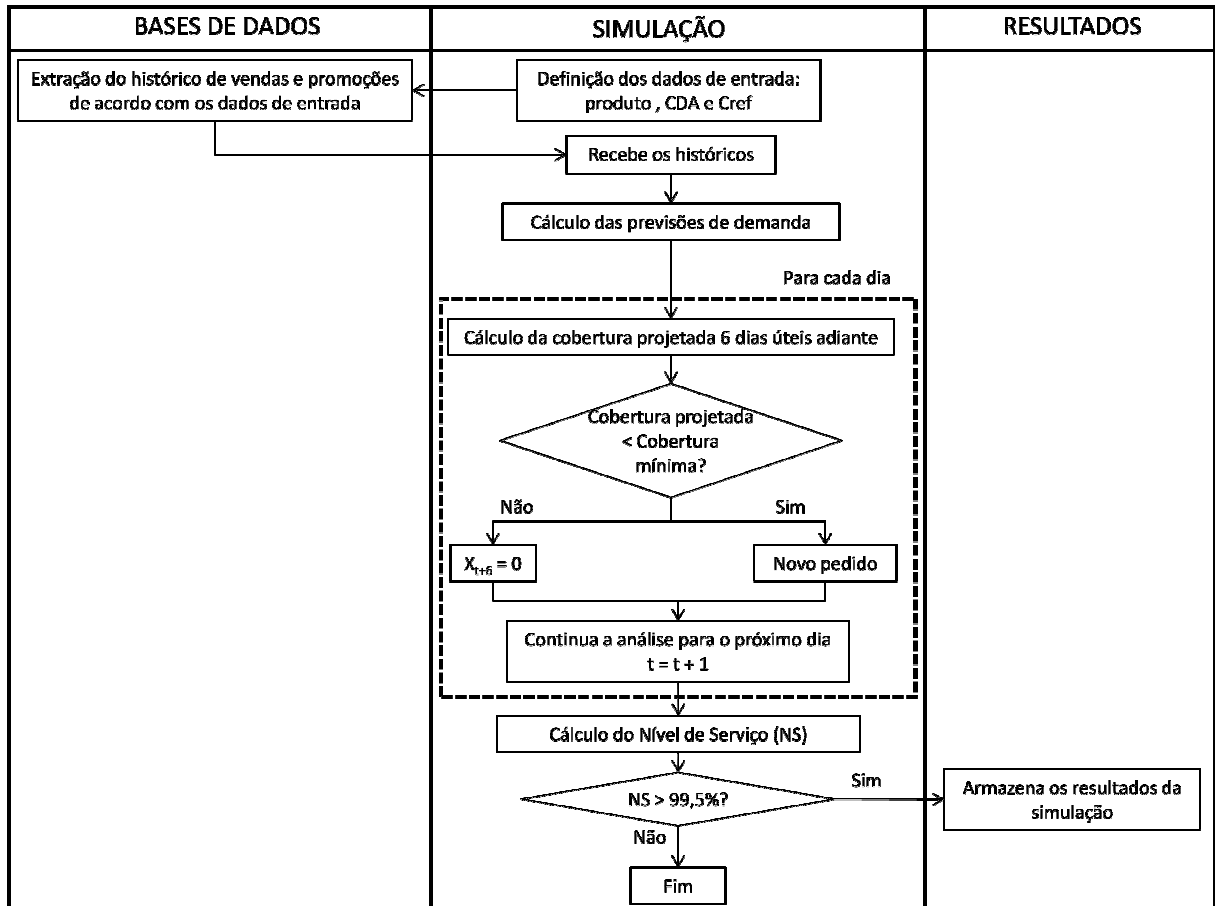


Figura 42: Fluxograma do modelo de simulação.

### 4.3. Coleta de dados para a simulação

Esta seção é dividida em duas partes: uma sobre os dados de entrada do modelo de simulação e a outra sobre os indicadores de desempenho que servirão na escolha das melhores soluções.

#### 4.3.1. Dados de entrada

Para alimentar o modelo de simulação, foi extraído do *software* OCS o histórico de vendas dos produtos não promocionais, que apresentaram vendas nos anos de 2009 e 2010 para os cinco CDAs. Nesse histórico há o nível de estoque por dia, as entradas e as saídas, bem como as estimativas de perdas por falta do produto no armazém.

Obteve-se um total de 180 referências, pertencentes às marcas Evian, Volvic, Salvetat, Badoit e Taillefine. Para cada um dos produtos, determinou-se o custo do palete (unidade de venda). Como explicado no capítulo 1, apenas os produtos pilares (5 SKUs ou 25 referências)

serão analisados nesse estudo, pois representam mais de 80% do faturamento em 2009 e 2010 (Tabela 13).

**Tabela 13: Pilares versus multimarcas em 2009 e 2010.**

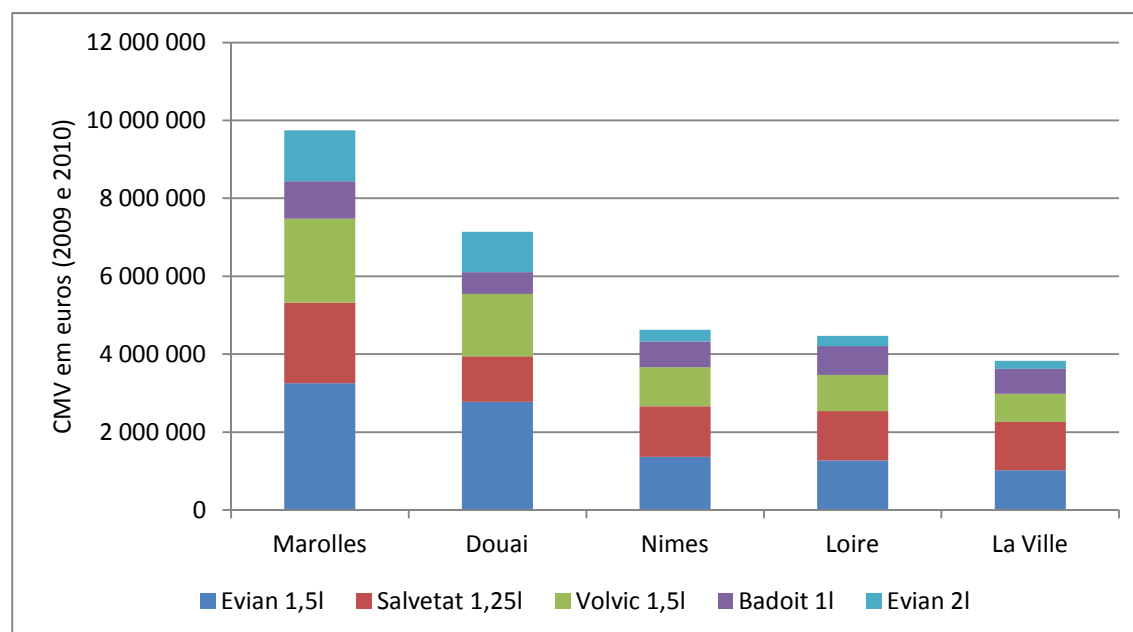
Tipo de produtos	CMV (M€)	% CMV
<b>Pilares</b>	30 143 186	82,75%
<b>Multimarcas</b>	6 284 563	17,25%
<b>Total</b>	<b>36 427 749</b>	<b>100,00%</b>

A Tabela 14 mostra a participação das vendas por CDA. Observa-se que o armazém com maior faturamento é o de Marolles, que fica próximo à região parisiense.

**Tabela 14: CMV por CDA em 2009 e 2010.**

Armazém	CMV (M€)	% CMV	% Acumulada CMV
<b>Marolles</b>	9,7	32,3%	32,3%
<b>Douai</b>	7,5	24,8%	57,1%
<b>Nimes</b>	4,6	15,4%	72,5%
<b>Loire</b>	4,5	14,8%	87,3%
<b>La Ville</b>	3,8	12,7%	100%
<b>Total</b>	<b>36 427 749</b>	<b>100 %</b>	

Com base nisso, a Figura 43 apresenta a repartição das vendas por família em cada um dos CDAs, sem a família multimarcas.



**Figura 43: Repartição das vendas por CDA (2009 e 2010).**

Como se pode observar, em todos os CDAs, Evian 1,5l é a família mais vendida (em valor). No segundo lugar, alternam as marcas Salvetat 1,25l e Volvic 1,5l. As famílias Evian 2l e Badoit 1l são as famílias menos vendidas.

Para utilizar os dados extraídos do *software* OCS no modelo de simulação, inicialmente foi necessário verificar a consistência dos dados, analisando se o estoque final em um dia, corresponde à soma do estoque inicial com a entrada, diminuído da saída do dia. Essa etapa é importante, pois alerta sobre os possíveis erros que podem ter ocorrido durante o momento de integração do estoque pelos gerentes comerciais. Uma pequena diferença entre a posição do estoque armazenada no *software* e a posição de estoque calculada pode ser resultado dos erros de conversão. Porém, grandes diferenças estão relacionadas a entregas em atraso, a liberação do estoque sazonal ou a passagem de estoque promocional para o estoque regular.

Em seguida, determinou-se o efeito de cada uma das promoções entre 2009 e 2010 sobre o histórico de vendas. A Figura 44 apresenta uma parte desse histórico de promoções. Nele há a família de produtos impactada, o código do produto em promoção, as datas de início e fim da promoção e o tipo de promoção.

Família impactada	Código do produto em promoção	Descrição	Data de início	Data de fim	Tipo de promoção
Badoit 1l	9119	6x1L verde MP	21/01/09	27/01/09	3 por 2
Badoit 1l	9119	6x1L verde MP	11/03/09	17/03/09	3 por 2
Badoit 1l	9119	6x1L verde MP	01/04/09	11/04/09	3 por 2
Badoit 1l	33285	8X1L dt 2 Btles Grtes	09/06/09	16/06/09	Grátis
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	14/07/09	21/07/09	3 por 2
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	08/09/09	15/09/09	Compre 1, ganhe 1
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	28/10/09	03/11/09	2o. pacote por - 70%
Badoit 1l	42109	6x1L verde MP 5 couches PRIX CHOC	18/11/09	24/11/09	Grátis
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	02/12/09	08/12/09	3 por 2
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	16/12/09	31/12/09	Grátis
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	27/01/10	02/02/10	Grátis
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	10/02/10	16/02/10	Compre 1, ganhe 1
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	24/03/10	03/04/10	Grátis
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	21/04/10	27/04/10	Grátis
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	04/05/10	11/05/10	Compre 1, ganhe 1
Badoit 1l	33285	8X1L dt 2 Btles Grtes	16/06/10	21/06/10	Grátis
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	14/07/10	21/07/10	Grátis
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	18/08/10	24/08/10	Grátis
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	08/09/10	14/09/10	Tiquete 20%
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	10/11/10	16/11/10	3 por 2
Badoit 1l	30363	6x1L verde MP 5 couches	24/11/10	30/11/10	Tiquete 50%
Badoit 1l	30366	6X1,15L MP dt 15% Gratuit 5 COUCHES	15/12/10	31/12/10	Grátis
Evian 2l	8562	6x2L MP	14/01/09	20/01/09	3 por 2
Evian 2l	8562	6x2L MP	20/05/09	26/05/09	3 por 2
Evian 2l	8562	6x2L MP	14/07/09	21/07/09	3 por 2

Figura 44: Lista de promoções por família.

A Tabela 15 mostra a quantidade de promoções por ano associada a cada um dos produtos pilares. Como se pode observar, alguns produtos tiveram uma grande quantidade de

promoções (quase uma promoção por mês), enquanto outros foram pouco afetados por promoções (em média uma promoção a cada trimestre).

Tabela 15: Quantidade de promoções em 2009 e 2010.

Família impactada	2009	2010	Total
Badoit 1l	10	12	22
Evian 1,5l	9	12	21
Evian 2l	3	7	10
Salvetat 1,25l	3	4	7
Volvic 1,5l	8	12	20
Total	33	47	80

Além das promoções, a liberação do estoque de sazonal também deve ser considerada na análise do histórico. O estoque de sazonalidade serve para nivelar os planos de produção e de distribuição, evitando as grandes tensões no sistema durante o verão. Esse estoque permanece nos CDs dos clientes (sem consumi-lo). A partir de uma data determinada em conjunto, esse estoque é “liberado” para o consumo. No *software* OCS, é possível distinguir o estoque sazonal, estoque regular e estoque promocional. Assim, esse momento de transição é determinado pela passagem do volume de estoque sazonal para o estoque regular. Por esse motivo, em certo dia, há um grande volume de paletes entrando no estoque regular. A Figura 45 exibe a quantidade de paletes do estoque sazonal relativo a cada uma das referências em 2009 e 2010.

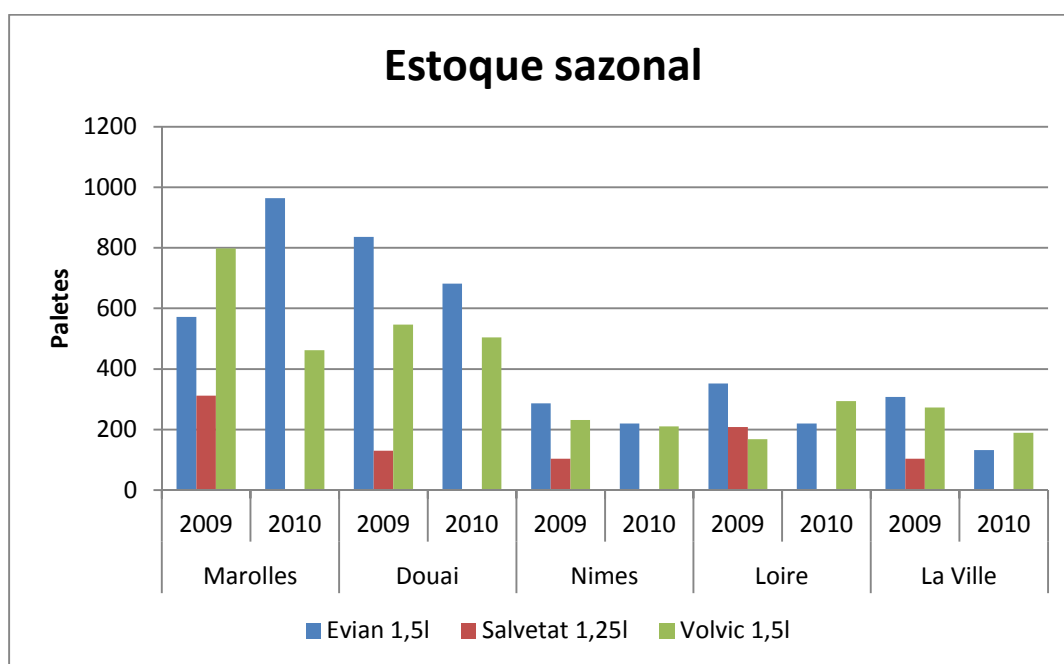
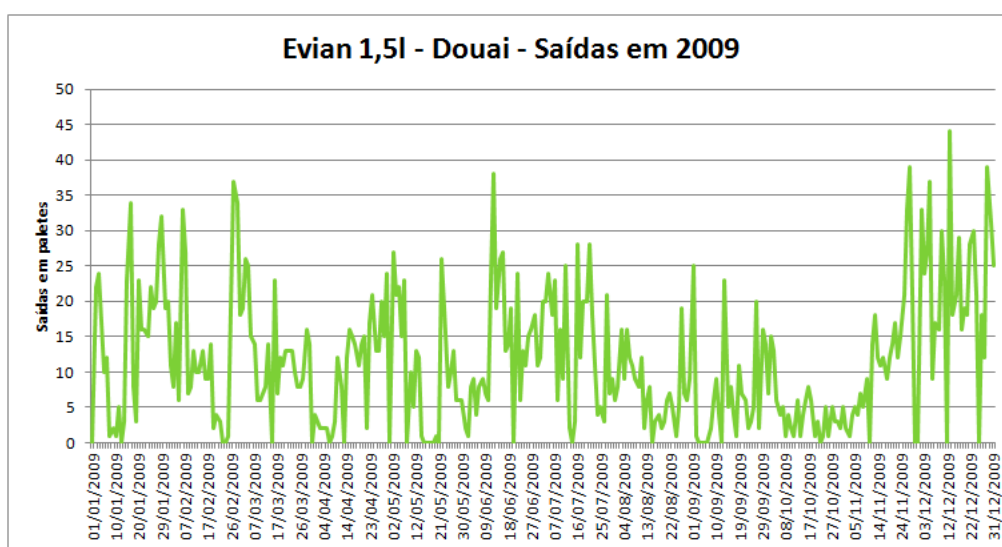


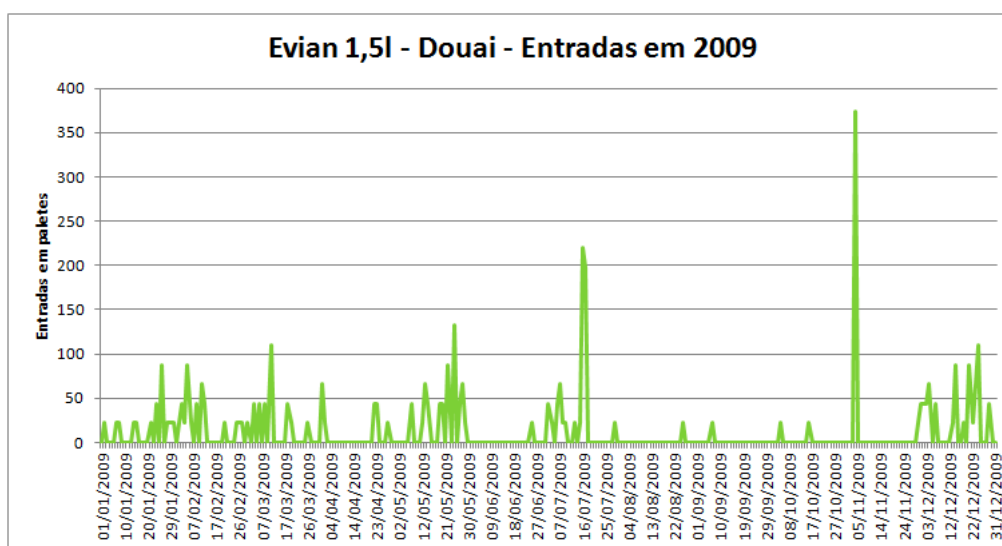
Figura 45: Estoque sazonal por referência (2009 e 2010).

Um dos históricos mais difíceis de analisar foi o caso da Evian 1,5l em Douai, devido à grande quantidade de ações promocionais. As vendas no mercado de água são fortemente impulsionadas pelas promoções, principalmente no setor de água sem gás, que já está bastante maduro. Em decorrência da política agressiva de promoções da concorrência, como a marca Vitel (da Nestlé), a DEF também desenvolve promoções, buscando manter suas partes de mercado. No caso da Evian 1,5l, apenas no ano de 2009, ocorreram 9 promoções para essa família.

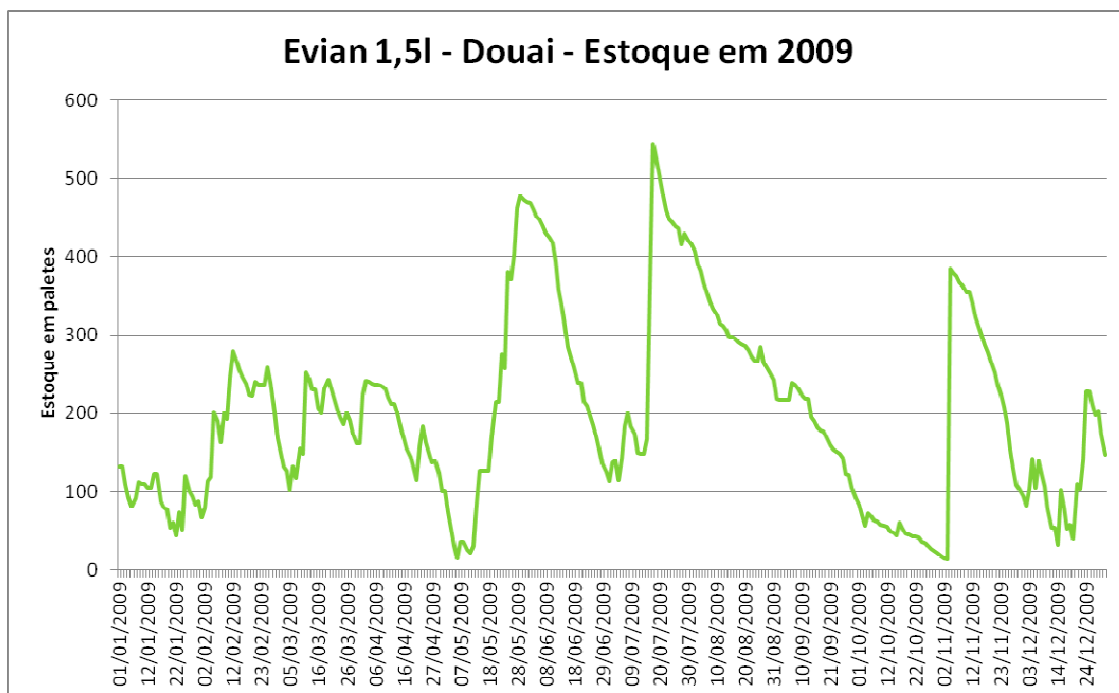
A Figura 46 a Figura 49 mostram as entradas, as saídas, o estoque e a cobertura de estoque para a Evian 1,5l em Douai durante o ano de 2009.



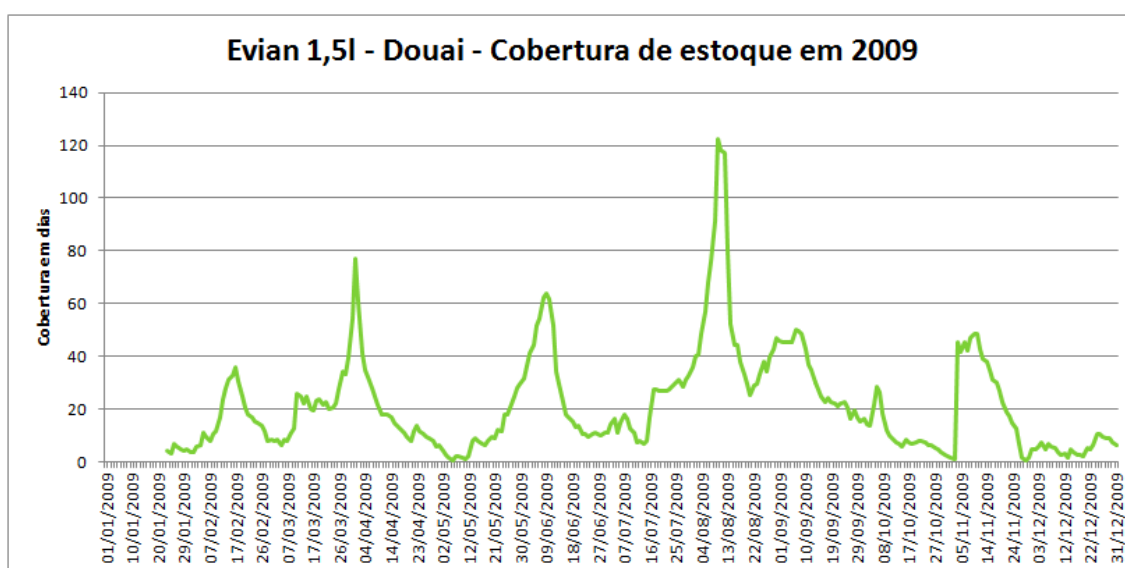
**Figura 46: Saídas em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.**



**Figura 47: Entradas em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.**



**Figura 48: Estoque em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.**



**Figura 49: Cobertura de estoque em 2009 para a referência Douai - Evian 1,5l.**

Pelas Figura 46 a Figura 49, observam-se três grandes variações no estoque da Evian 1,5l no CDA de Douai: em meados de maio e de julho e no começo de novembro. Cada uma dessas grandes variações está associada à liberação do estoque sazonal ou do estoque promocional. No caso dos meses de maio e julho, o grande volume adicional que entra no estoque corresponde ao estoque sazonal, constituído com o objetivo de cobrir a alta da demanda durante o verão. Já no mês de novembro, a grande entrada no CDA está associada a

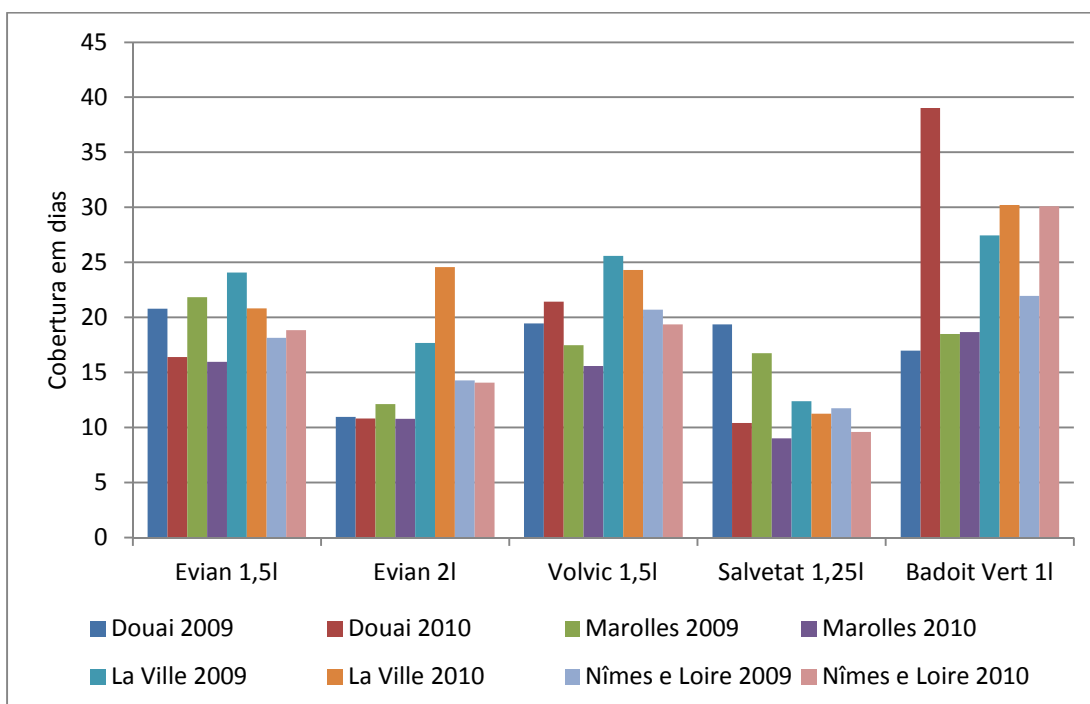


um estoque promocional que foi transferido para o estoque regular. Essa promoção foi superestimada, não atingindo o nível de vendas esperado. Consequentemente o grande estoque de produtos promocionais foi transferido para o estoque regular.

É também interessante observar o comportamento do nível de estoque dessa referência. Ao longo do ano, a cobertura média é de 21 dias, apresentando grandes variações (de 0 até 120 dias de cobertura).

#### 4.3.2. Indicadores de desempenho

Para analisar os resultados das práticas de redução de estoques implementadas, um dos indicadores utilizados foi a cobertura de estoque. A Figura 50 apresenta as coberturas médias de estoques em dias para os anos de 2009 e 2010 por referência.



**Figura 50: Cobertura média de estoque em dias por referência (2009 e 2010).**

Como se pode observar, na maioria dos casos, a cobertura de estoque diminuiu ou permaneceu estável entre os anos de 2009 e 2010. No entanto, deve-se ressaltar que a cada ano, alguns fatores foram responsáveis pelas grandes variações na cobertura média de estoque para certas referências.

Por exemplo, em 2010, a capacidade de produção da Salvetat 1,25l foi inferior a sua demanda. Por este motivo, houve uma negociação com o objetivo de determinar a quantidade produzida que seria enviada a cada um dos clientes DEF, processo esse conhecido

internamente como Gestão por meio de quotas. Dessa forma, mesmo se a demanda pelo produto fosse superior à quota recebida, era expedida apenas a quantidade alocada ao cliente, resultando na significativa redução nos níveis de estoque.

Outro exemplo interessante ocorreu em 2010, quando houve uma mudança no formato de paletização da Badoit 1L. Com isso, os paletes do antigo formato permaneceram em estoque no cliente, sem serem vendidos. Além disso, as promoções foram superestimadas. O estoque dessas promoções foi integrado ao estoque normal, resultando em elevados níveis de estoque.

Com base nessas informações, os objetivos definidos para 2011 pelo Grupo Auchan buscaram obter resultados melhores do que os apresentados ao longo dos dois últimos anos. A Tabela 16 detalha os objetivos de cobertura média de estoque para o ano 2011 para cada referência.

**Tabela 16: Objetivos de cobertura média de estoque em dias por referência (2011).**

2011	Douai	Marolles	La Ville	Nimes e Loire
Evian 1,5L	16,4	16	20,8	18
Evian 2L	10,8	10,8	17,5	13,5
Volvic 1,5L	17	15,6	23	18
Salvetat 1,25L	10,4	9	11,2	9,6
Badoit Vert 1L	13	18,6	25	21

Outro parâmetro que foi utilizado na análise desse trabalho foi o nível de serviço. Entretanto, deve-se distinguir dois indicadores de nível de serviço: a montante e a jusante. A montante corresponde ao nível de serviço dos pedidos do cliente para a DEF, enquanto que a jusante corresponde ao nível de serviço dos pedidos das lojas para os CDAs. O nível de serviço utilizado neste caso foi o nível a jusante, por corresponder ao serviço final entregue ao consumidor. Para Auchan, o que importa é saber se houve falta de um produto em suas lojas por uma má gestão dos seus estoques pela DEF. A Tabela 17 mostra os níveis de serviço em cada um dos armazéns e produtos.

**Tabela 17: Nível de serviço CDAs em 2010 por referência.**

Nível de serviço	Douai	Marolles	La Ville	Nimes e Loire	Total
Evian 1,5L	99,4%	99,9%	99,9%	99,9%	99,7%
Evian 2L	98,0%	100,0%	99,8%	99,8%	99,3%
Volvic 1,5L	96,4%	99,1%	98,9%	98,8%	98,0%
Salvetat 1,25L	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Badoit 1L	99,9%	99,7%	100,0%	99,9%	99,8%

Dessa forma, estabeleceu-se como objetivo a redução dos níveis de estoque, garantindo ao mesmo tempo um nível de serviço a jusante de 99,5%.

#### 4.4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com a simulação e a sua implantação no *software* OCS.

##### 4.4.1. Resultados da simulação

A Tabela 18 apresenta os valores obtidos para a cobertura mínima nas simulações com o modelo, considerando um histórico de 24 meses. É interessante observar que os valores variam de acordo com o CDA e com o produto analisado. Além disso, observa-se que em todos os casos, 7 dias de cobertura mínima foram suficientes, ou seja, para nenhuma referência o parâmetro atual de 7 dias foi insuficiente para atender a demanda no nível de serviço especificado.

Para alguns casos, 7 dias de cobertura é um valor excessivo. Dependendo da referência, é possível baixar o valor da cobertura mínima em até 3 dias de estoque, como é o caso da Salvetat 1,25l no CDA de Nimes.

**Tabela 18: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (24 meses).**

CDA	Badoit 1l	Evian 1,5l	Evian 2l	Salvetat 1,25l	Volvic 1,5l
Douai	7	7	6	4	5
Marolles	6	7	4	5	5
Nimes	5	5	3	3	6
Loire	6	5	3	4	6
La Ville	4	6	4	5	6

A Tabela 19 apresenta a cobertura média em dias obtida na simulação para cada uma das referências.

**Tabela 19: Cobertura média obtida na simulação (em dias).**

CDA	Badoit 1l	Evian 1,5l	Evian 2l	Salvetat 1,25l	Volvic 1,5l
<b>Douai</b>	19,8	11,2	9,8	7,1	10,8
<b>Marolles</b>	11,8	11,1	5,2	5,8	7,8
<b>Nimes</b>	13,4	7,9	7,8	5,1	13,8
<b>Loire</b>	13,1	8,1	8,8	6,5	12,3
<b>La Ville</b>	17,1	11,2	10,5	7	13,7

Essa cobertura é resultado da combinação de dois fatores: da cobertura mínima e da relação entre o tamanho do lote do produto e a demanda média deste produto no CDA analisado. A cobertura mínima define um valor mínimo para a cobertura média, já que exerce uma função semelhante ao ponto de pedido. Por outro lado, a razão entre o tamanho do lote e a demanda média representa o quanto um novo pedido impacta no nível de estoque. Quanto menor essa razão, menor será a divergência entre a cobertura mínima e a média. De maneira análoga, quanto maior for essa relação, maior será a diferença entre a cobertura mínima e a média. A Tabela 20 apresenta a demanda média do período de 2009 a 2010 ( $\bar{d}$ ) para cada uma das referências, juntamente com a razão entre o tamanho do lote ( $n_p$ ) e demanda média para cada referência.

**Tabela 20: Demanda média em paletes por referência no período simulado (2009/ 2010) e razão entre o tamanho do lote e a demanda média.**

CDA $n_p$	Badoit 1l 26		Evian 1,5l 22		Evian 2l 21		Salvetat 1,25l 26		Volvic 1,5l 21	
	$\bar{d}$	$n_p/\bar{d}$	$\bar{d}$	$n_p/\bar{d}$	$\bar{d}$	$n_p/\bar{d}$	$\bar{d}$	$n_p/\bar{d}$	$\bar{d}$	$n_p/\bar{d}$
<b>Douai</b>	1,6	16,3	11,2	2,0	4,9	4,3	5,1	5,1	6,8	3,1
<b>Marolles</b>	3,3	7,9	13,4	1,6	6,3	3,3	9,0	2,9	9,2	2,3
<b>Nimes</b>	2,2	11,8	5,6	3,9	1,4	15,0	5,7	4,6	4,3	4,9
<b>Loire</b>	2,1	12,4	5,3	4,2	1,3	16,2	5,5	4,7	4,0	5,3
<b>La Ville</b>	1,8	14,4	4,2	5,2	1,0	21,0	5,4	4,8	3,1	6,8

Onde,

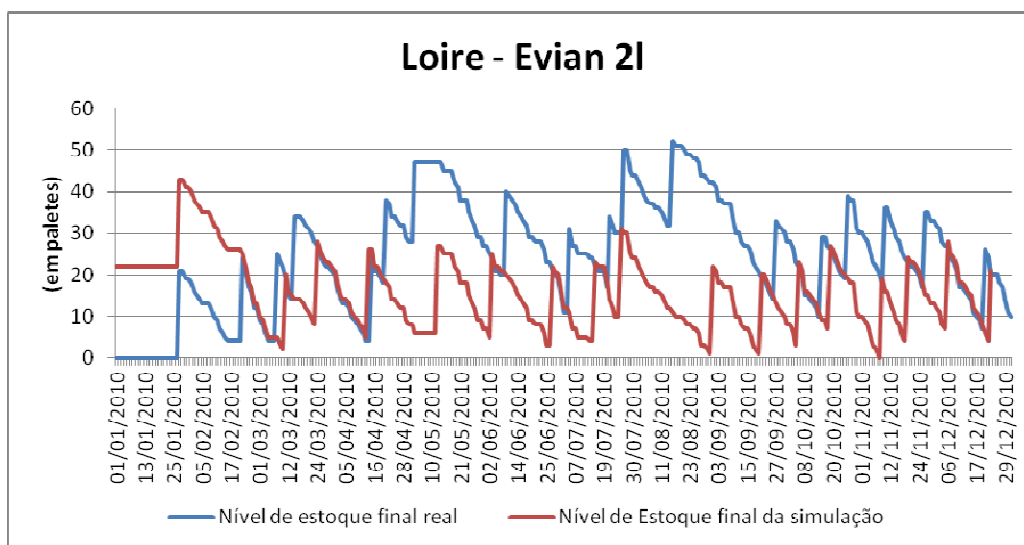
$n_p$ : tamanho do lote do produto p;

$\bar{d}$ : demanda média

Analisando as Tabela 19 e Tabela 20, fica clara a relação descrita anteriormente. Por exemplo, no caso da Badoit 1l em Douai, observa-se que a cobertura média de estoque da simulação é de 17,6 dias, para uma cobertura mínima fixada em 6 dias. A divergência entre a cobertura média e a mínima depende da relação entre o tamanho do lote e a demanda média. No caso da Badoit 1l em Douai, essa relação é de aproximadamente 16,3, o que significa que com um novo pedido, a cobertura de estoque passa de 7 dias para 23 dias, resultando em um significativo aumento da cobertura média.

A Figura 51 apresenta o resultado da simulação para a Evian 2l em Loire. Como se pode observar, o resultado da simulação mostra uma posição do estoque abaixo do que

ocorreu na prática na maioria dos dias. A Evian 2l é um produto com demanda média em 2010 de aproximadamente 1,27 paletes/ dia no CDA Loire e não possui estoque sazonal.



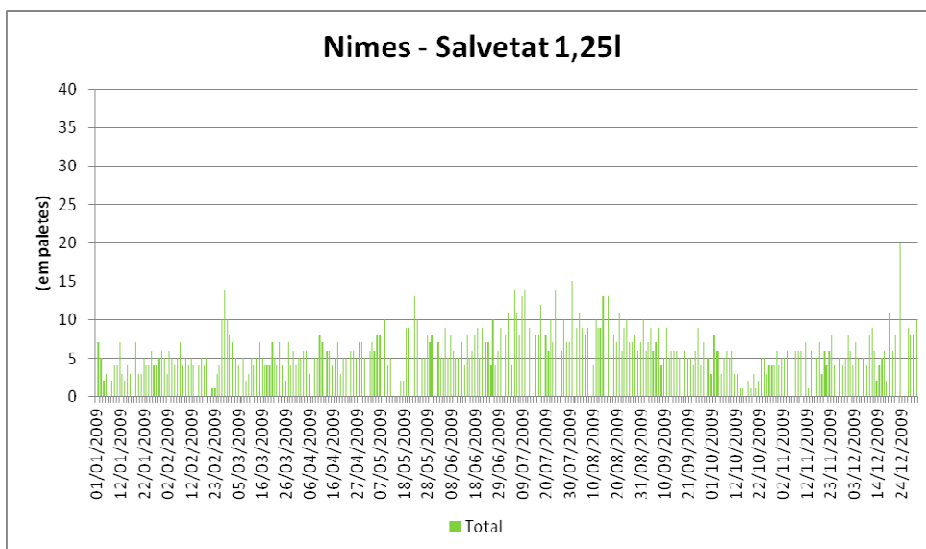
**Figura 51: Estoque final real VS estoque final simulação para Evian 2l em Loire.**

A seguir serão apresentados mais dois exemplos, comparando os resultados obtidos com a simulação versus os resultados reais.

#### Salvetat 1,25l em Nimes

A demanda em 2009 para a Salvetat 1,25l em Nimes está apresentada na Figura 52. Este CDA atende a região sul, onde as temperaturas são mais elevadas do que a média da França. Em regiões mais quentes, o consumo de água com gás é maior. Por esse motivo, a demanda no CDA de Nimes é uma das maiores, ficando apenas atrás da demanda do CDA de Marolles. A demanda média em 2009 para Nimes foi de 5,6 paletes/ dia.

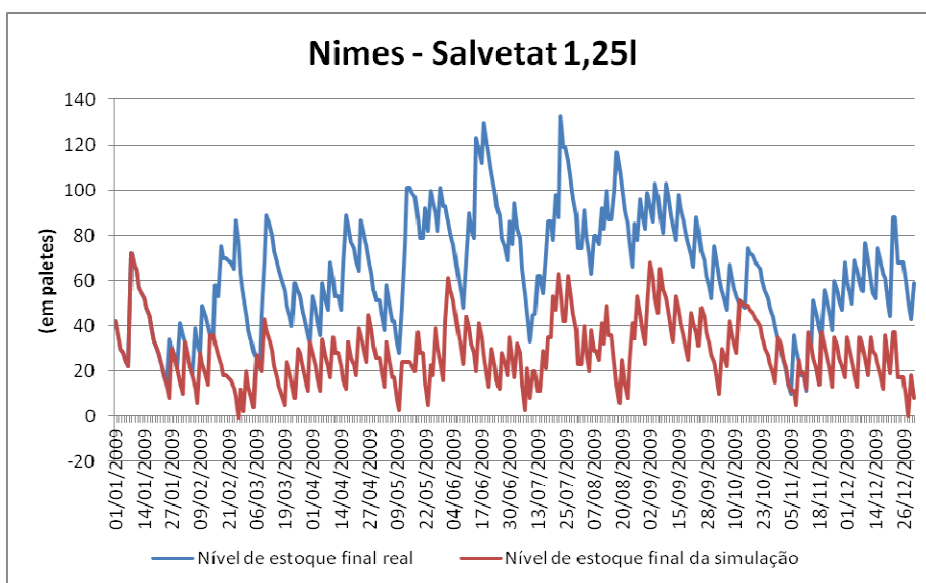
Observa-se um comportamento estável, com um aumento na demanda durante o verão (entre os meses de maio a agosto) e final do ano (dezembro). É interessante notar que, ao longo do ano de 2009, ocorreram apenas 3 promoções, e por isso, sua demanda é relativamente estável.



**Figura 52: Saídas no CDA de Nimes da Salvetat 1,25l.**

Além disso, o estoque sazonal no ano de 2009 foi de apenas 104 paletes, repartido entre os meses de junho e julho (52 paletes em cada mês). Esse estoque sazonal, por representar um pequeno volume (4 caminhões completos) não aumenta significativamente o nível de estoque deste produto.

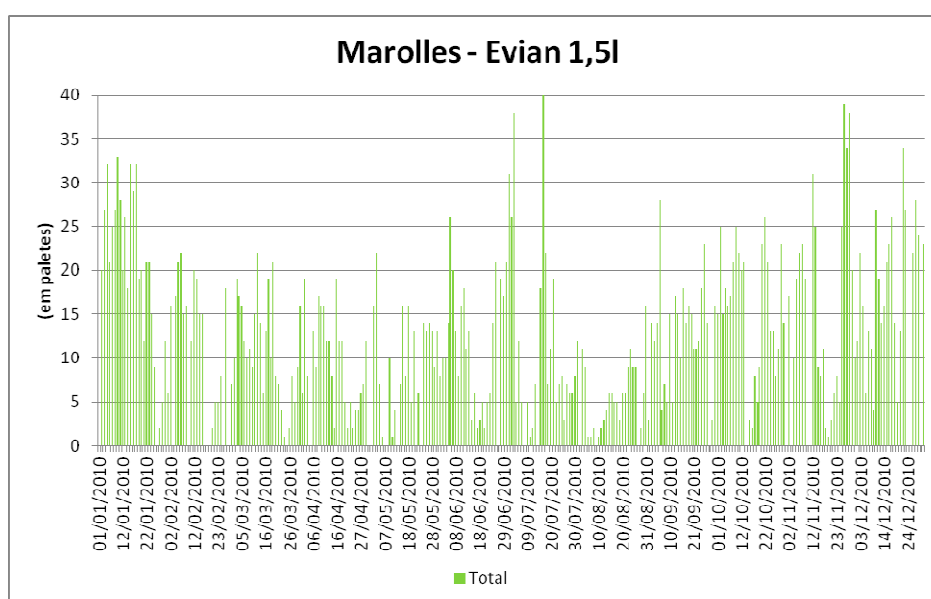
A Figura 53 mostra a comparação entre o resultado obtido com a simulação e o resultado real para a Salvetat 1,25l em 2009 no CDA de Nimes. A significativa redução no nível de estoque obtida pela simulação é reflexo do comportamento estável da demanda, permitindo que a cobertura mínima atinja o valor de 3 dias. Como a cobertura mínima funciona como um estoque de segurança, a sua redução só é possível quando as variações da demanda são menores.



**Figura 53: Estoque final real VS estoque final simulação para Salvetat 1,25l em Nimes.**

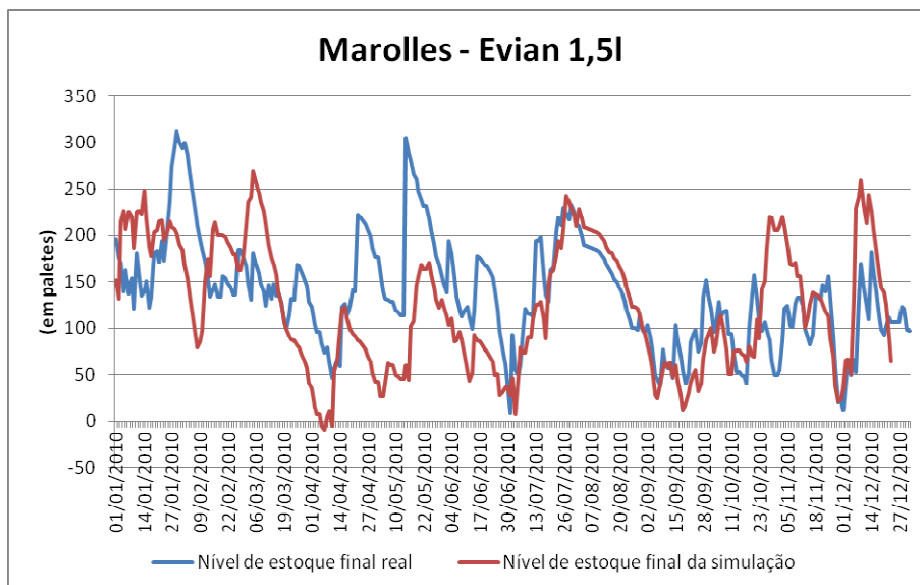
### Evian 1,5l em Marolles

A Figura 54 mostra as saídas em paletes no ano de 2010 para a Evian 1,5l em Marolles. A demanda dessa referência foi de 12,4 paletes/ dia. Ao contrário da Salvetat 1,25l, a Evian 1,5l é o produto de maiores vendas da DEF. Suas vendas são impulsionadas por promoções. Somente no ano de 2010, foram 12 promoções ao longo do ano (uma por mês). Em consequência das promoções, as saídas de Evian 1,5l em Marolles apresentam grande variabilidade.



**Figura 54: Saídas no CDA de Marolles da Evian 1,5l.**

A Figura 55 compara o nível de estoque resultante da simulação com a real. Como se pode observar, a simulação não obteve um bom resultado para essa referência. O nível do estoque ao longo do ano de 2010 na simulação continua alto. Esse alto nível de estoque está relacionado com a grande variabilidade da demanda ao longo do ano. Neste caso, diminuindo o valor da cobertura mínima, o nível de serviço cai, pois a cobertura mínima não é capaz de cobrir as grandes variações na demanda.



**Figura 55: Estoque final real VS estoque final simulação para Evian 1,5l em Marolles**

#### 4.4.2. Análise de sensibilidade

Com o intuito de verificar se, devido às eventuais mudanças no padrão da demanda de um ano para o outro, o uso de dados referentes apenas ao ano passado mudaria o parâmetro de cobertura. Por este motivo, a mesma simulação foi realizada restringindo o histórico de vendas aos últimos 12 e 6 meses. Os resultados dessas simulações estão apresentados na Tabela 21 e Tabela 22 respectivamente.

**Tabela 21: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (12 meses).**

CDA	Badoit 1l	Evian 1,5l	Evian 2l	Salvetat 1,25l	Volvic 1,5l
Douai	7	7	4	5	6
Marolles	7	7	5	7	4
Nimes	7	5	4	3	6
Loire	6	4	4	5	4
La Ville	4	7	7	7	4

**Tabela 22: Coberturas mínimas obtidas com a simulação (6 meses).**

CDA	Badoit 1l	Evian 1,5l	Evian 2l	Salvetat 1,25l	Volvic 1,5l
Douai	7	7	6	6	5
Marolles	7	6	5	6	3
Nimes	6	5	4	3	5
Loire	5	5	4	6	3
La Ville	3	6	7	4	3



É interessante observar que o valor da cobertura mínima foi sensível à mudança do histórico analisado. Para certas referências, a cobertura mínima aumentou e para outras diminuiu, de acordo com o período em análise. Em todas as simulações, a cobertura mínima foi menor ou igual a 7 dias de cobertura.

Por exemplo, para a Salvetat 1,25l em Douai, considerando histórico de 24 meses, a simulação resulta em 4 dias de cobertura de estoque. Para a mesma referência, considerando os últimos 12 meses obtém-se 5 dias e para os últimos 6 meses obtém-se 6 dias de cobertura. Esse aumento na cobertura mínima está relacionado a uma maior variância na demanda do segundo semestre de 2010.

#### 4.4.3. Implantação dos resultados

Os novos valores da cobertura mínima foram inicialmente implantados em Douai a partir do mês de março, caindo de 7 dias para 6 dias para a Evian 2l, 4 dias para a Salvetat 1,25l e 5 dias para a Volvic 1,5l. Os outros produtos, a Evian 1,5l e a Badoit 1l, mantiveram 7 dias de cobertura mínima. A partir do mês de abril, os resultados foram implantados em Marolles, caindo de 7 dias para 6 dias para a Badoit 1l, 4 dias para a Evian 2l, 5 dias para a Salvetat 1,25l e para a Volvic 1,5l. O único produto que manteve 7 dias de cobertura no CDA de Marolles foi a Evian 1,5l.

A cobertura mínima em cada um desses CDAs foi reduzida de maneira gradual. A partir do mês de maio, os resultados foram implantados nos outros CDAs com reduções também graduais do valor da cobertura mínima.

Os resultados em cobertura de estoque (em dias) obtidos do conjunto de práticas de melhorias do processo, juntamente com a calibração dos parâmetros do modelo de reposição de estoques estão apresentados na Tabela 23. Até o mês de junho, os resultados obtidos estavam de acordo com os objetivos definidos pela Auchan.

**Tabela 23: Resultados no final de junho de 2011 vs objetivos de estoque.**

	Douai		Marolles		La Ville		Nimes e Loire	
	Objetivo	06/11	Objetivo	06/11	Objetivo	06/11	Objetivo	06/11
<b>Badoit 1l</b>	13	12,8	18,6	17,8	25	20,9	21	20,7
<b>Evian 1,5l</b>	16,4	14,2	16	15,3	20,8	20,4	18	17,8
<b>Evian 2l</b>	10,8	10,7	10,8	10,6	17,5	16,8	13,5	13,2
<b>Salvetat 1,25l</b>	10,4	10,4	9	8,9	11,2	9,5	9,6	9,6
<b>Volvic 1,5l</b>	17	14,6	15,6	13,3	23	19,9	18	14,5

Como se observa, foram obtidos bons resultados para a Evian 1,5l e a Volvic 1,5l. Isso porque, tanto a Evian 1,5l como a Volvic 1,5l são produtos com alta demanda, e que por isso, foram impactados pela implantação simultânea de várias práticas visando à redução dos níveis de estoque. Por outro lado, a Salvetat 1,25l teve resultados muito próximos dos objetivos. Este produto já apresentava níveis de cobertura baixos para todos os CDAs e por isso, a redução dos níveis de estoque é mais difícil de ser obtida.

A Tabela 24 apresenta o nível de serviço até junho de 2011. Deve-se ressaltar que, mesmo com a redução nos níveis de cobertura de estoque, o nível de serviço continua dentro dos objetivos considerando o período em análise. O único produto que apresentou um nível de serviço abaixo dos 99,5% foi a Evian 2l em Douai e Marolles. O motivo para essa queda no nível de serviço está relacionado com problemas de disponibilidade da Evian 2l na DEF. Com o tsunami em março de 2011 no Japão, a linha de produção da Evian 2l teve sua produção parada para produzir apenas produtos direcionados ao mercado japonês. Consequentemente, os CDAs que possuíam baixos níveis de estoques tiveram seus estoques esgotados durante esse curto período.

**Tabela 24: Nível de serviço em junho de 2011.**

	<b>Douai</b>	<b>Marolles</b>	<b>La Ville</b>	<b>Loire e Nimes</b>
<b>1 – Evian 1,5L</b>	<b>99,50%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>2 – Evian 2L</b>	<b>97,60%</b>	<b>99,40%</b>	<b>99,70%</b>	<b>99,50%</b>
<b>3 – Volvic 1,5L</b>	<b>99,70%</b>	<b>99,80%</b>	<b>100%</b>	<b>99,50%</b>
<b>4 – Salvetat</b>	<b>99,90%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>5 – Badoit</b>	<b>99,50%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>99,70%</b>

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. Síntese do trabalho

A DEF gerencia o estoque de seus produtos nos CDs de alguns de seus clientes, com os quais possui uma relação de parceria e colaboração. O gerenciamento do estoque pelo fornecedor tem como vantagens a redução nos níveis de estoque e uma melhor antecipação do comportamento da demanda do cliente.

Um dos clientes com os quais a DEF trabalha em VMI é o Grupo Auchan. Esse cliente, uma das principais redes de supermercados francesas, solicitou que um estudo fosse realizado para verificar a possibilidade de reduzir os níveis atuais de estoque dos produtos DEF em seus CDs, desde que o nível de serviço não fosse comprometido.

Com base na fundamentação teórica a respeito de gestão de estoque e do planejamento colaborativo, percebeu-se que o modelo de gestão de estoque atualmente utilizado não se enquadra perfeitamente nos modelos clássicos. É um modelo dinâmico, que se ajusta automaticamente ao comportamento da demanda. O tamanho do lote é fixo por produto, correspondendo a uma carga completa do produto, reduzindo-se assim os custos de frete. Outro fator importante desse modelo é o cálculo da cobertura projetada seis dias adiante, que corresponde ao momento em que um pedido feito hoje será recebido.

Após a compreensão do contexto do problema, realizou-se uma análise de melhorias no processo que poderiam contribuir para a redução de estoque nos CDs do cliente. Essas melhorias estão relacionadas em sua maioria às promoções e ao modo de transporte.

Paralelamente ao estudo de melhorias no processo, conduziu-se um estudo para analisar a possibilidade de reduzir os parâmetros utilizados na reposição de estoque. Neste estudo, existe apenas um grau de liberdade. O parâmetro passível de alterações é a cobertura mínima, que é comparada à cobertura projetada para determinar se um novo pedido deve ser aberto ou não.

A cobertura mínima exerce a função do ponto de pedido, absorvendo as possíveis variações na demanda entre duas entregas sucessivas. Seu valor era definido uniformemente para todos os produtos e CDs, em 7 dias de cobertura. Criou-se um modelo de simulação para determinar o menor valor que essa cobertura mínima poderia assumir, sem comprometer o nível de serviço mínimo de 99,5%. Esse modelo foi simulado com os dados da demanda de 2009 e 2010 para as 25 referências.

Os resultados da simulação mostraram que para todas as referências, o valor da cobertura mínima é menor ou igual a 7 dias de cobertura. Algumas referências apresentaram uma menor redução no valor da cobertura mínima, por terem muitas promoções ao longo do dois anos. Essas promoções perturbam o padrão de vendas, resultando em uma demanda mais variável. Outras referências apresentaram uma significativa redução no valor de cobertura mínima, atingindo até 3 dias de cobertura, dependendo do comportamento da demanda.

As coberturas mínimas resultantes da simulação foram implantadas gradualmente nos CDAs, durante o segundo trimestre de 2011. Juntamente com as práticas de melhorias de processo, a redução na cobertura mínima possibilitou o alcance dos objetivos de cobertura de estoque, com resultados positivos.

Este estudo deveria ser repetido periodicamente pela empresa, de modo a adaptar os parâmetros de calibração do modelo às variações da demanda.

Graças à análise crítica do sistema, foi possível identificar pontos de melhoria no processo, que devem ser resolvidos pela empresa.

## **5.2. Limitações/ Análise crítica**

Uma das limitações do modelo construído é o tratamento dos dados. Como explicado ao longo do trabalho, as promoções impactam significativamente as vendas dos produtos regulares (fora da promoção), sendo difícil determinar com antecedência o real impacto de cada tipo de promoção. Existem diversos fatores externos que podem interferir no desempenho de uma promoção, como por exemplo a coexistência de promoções da concorrência.

Outra limitação da abordagem é a utilização do modelo fornecido pelo *software* OCS. Não foi realizado um estudo sobre a viabilidade de troca do *software* utilizado pela DEF. No entanto, deve-se observar que a troca do *software* não fazia parte do escopo do projeto definido pelo cliente, pois envolveria gastos adicionais em novos sistemas.

Por fim, uma das limitações do estudo foi a previsão de demanda. No presente trabalho, não foi estudada a possibilidade de testar modelos de previsão que poderiam se adaptar melhor ao comportamento da demanda dos produtos DEF. A previsão de demanda utilizada no modelo de simulação recriou as previsões calculadas no *software*, que não antecipam a sazonalidade do produto. Por ser baseado no histórico de vendas das duas últimas semanas, as previsões não integram o comportamento sazonal do produto: o aumento da demanda durante o verão e a queda durante o inverno.

### 5.3. Desdobramentos

Um modelo de previsão de demandas poderia ser elaborado separado do *software*. Neste modelo, o comportamento sazonal do produto seria levado em consideração. Com um modelo de previsão mais adaptado, as projeções de cobertura de estoque seriam mais confiáveis, e por isso, talvez fosse possível reduzir ainda mais o seu valor, obtendo níveis de cobertura de estoque mais baixos.

Porém, é preciso lembrar, que por ser um modelo de reposição de estoque com revisão contínua, a criação de um modelo de previsão de vendas separado do *software* criaria uma carga de trabalho adicional para todas as referências. Essa carga dificilmente seria absorvida sem a contratação de uma nova pessoa para auxiliar o restante da equipe.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APICS. (2011). Acesso em 15 de 09 de 2011, disponível em APICS: The Association for Operations Management: <http://www.apics.org/default.htm>
- ASLOG. (2011). Acesso em 21 de 05 de 2011, disponível em Association Française pour la Logistique: <http://www.aslog-network.com/fr/index.php>
- BABAI, M. Z., & DALLERY, Y. (2009). Dynamic versus static control policies in single stage production-inventory systems. *International Journal of Production Research* , 47 (2), 415-433.
- BABAI, M. Z., SYNTETOS, A. A., DALLERY, Y., & NIKOLOPOULOS, K. (2009). Dynamic re-order point inventory control with lead-time uncertainty: analysis and empirical investigation. *International Journal of Production Research* , 47 (9), 2461–2483.
- BALLOU, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos / Logística empresarial*. Porto Alegre: Bookman.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J., & COOPER, M. B. (2008). *Gestão da cadeia de suprimentos e logística*. Rio de Janeiro: Elsevie.
- Danone Eaux France. (s.d.). Acesso em 2011, disponível em Intranet DEF.
- DIAS, G. P. (2003). *Gestão dos estoques numa cadeia de distribuição com sistemas de reposição automática e ambiente colaborativo*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: EPUSP.
- HAVRENNE, P. P. (2008). *Análise e Implantação de Modelos de Reposição de Estoques em um Complexo Hospitalar*. Trabalho de Formatura. São Paulo: EPUSP.
- LOVE, S. F. (1979). *Inventory Control*. New York: McGraw-Hill.
- LUSTOSA, L. J., MESQUITA, M. A., QUELHAS, O. L., & OLIVEIRA, R. J. (2008). *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Campus/ Elsevier.
- PIRES, S. R. (2004). *Gestão da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management): Conceitos, estratégias, práticas e casos*. São Paulo: Atlas.
- SANTORO, M. C. (2006). *Sistema de gestão de estoques de múltiplos itens em local único*. São Paulo: EPUSP.

SHAPIRO, J. F. (2001). *Modeling the Supply Chain*. Pacific Grove: Duxbury.

SILVA, G. R. (2010). *Desenvolvimento de um modelo de simulação para avaliação do desempenho de uma cadeia de suprimentos multicamadas do ramo de mineração através da adoção da estratégia colaborativa VMI (Vendor Managed Inventory)*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: EPUSP.

SILVER, E. A., PYKE, D., & PETERSON, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons.

SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., & SIMCHI-LEVI, E. (2003). *Cadeia de Suprimentos: Projeto e Gestão - Conceitos, estratégias e estudos de caso*. Porto Alegre: Bookman.