



DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE SISTEMAS
Mestrado em Engenharia de Sistemas
Logística

Universidade do Minho
Departamento Produção e Sistemas

Relatório

"The Beer Game"



Célia
a67637



Figueiredo
Carolina
pg38335



Silva
Márcia
a67672



Costa
Luis
Pedro
Freitas
pg38347

Docente: Maria Sameiro Brandão Soares Carvalho

Braga, 15 de Outubro de 2018

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Descrição geral do projeto	3
2.1	Cadeia de Abastecimento de Cerveja	3
3	Análise de Resultados	4
3.1	Análise de custos de operação do Retalhista	4
3.1.1	Análise da evolução dos níveis de <i>stock</i> e ruturas do Retalhista	4
3.2	Análise de custos de operação do Armazém	4
3.2.1	Análise da evolução dos níveis de <i>stock</i> e ruturas do Armazém	5
3.3	Análise de custos de operação do Distribuidor	5
3.3.1	Análise da evolução dos níveis de <i>stock</i> e ruturas do Distribuidor	5
3.4	Análise de custos de operação da Fábrica	6
3.4.1	Análise da evolução dos níveis de <i>stock</i> e ruturas da Fábrica	6
4	Discussão da análise de resultados	7
4.1	Limitações ao desempenho da cadeia	7
4.2	Melhorias/Sugestões de desempenho	8
5	Conclusões	9

Resumo

O presente relatório reporta o estudo do comportamento de uma cadeia logística e documenta uma análise orientada a fatores que influenciam o comportamento desta como o efeito chicote. Efeito esse que é definido como sendo uma distorção da percepção da procura ao longo da cadeia de abastecimento na qual os pedidos para o fornecedor têm variâncias diferente da variância das vendas para o Cliente. Para tal, procedeu-se à simulação do jogo *Beer Game*.

Neste jogo constituiu-se uma empresa representativa de cada um dos quatro agentes da cadeia de abastecimento, sendo que os agentes da cadeia funcionam de forma independente, i.e., não existiu comunicação entre os mesmos. Reproduziu-se o comportamento desde a produção até a entrega ao cliente de grades de cerveja. Foram considerados pedidos de cliente e os custos fixos associados à produção, posse, quebra e encomenda para tomar decisões no que diz respeito à quantidade a encomendar e em que momentos fazer uma encomenda. Durante o jogo, foi evidente a falta de informação entre todos os agentes da cadeia, o que levou a que houvessem algumas dificuldades no momento de decisão. Assim, pôde-se concluir que um bom sistema de informação ao longo da cadeia logística é de enorme importância no funcionamento e sucesso da mesma.

1. Introdução

Uma cadeia de abastecimento é um sistema composto por vários agentes, nomeadamente, Fábrica, Distribuidores, Armazenistas, Retalhistas e o Cliente. Os agentes estão todos ligados entre si através do fluxo de materiais (entregas) e o fluxo de informações (pedidos). Assume como sendo primordial a satisfação das necessidades do cliente.

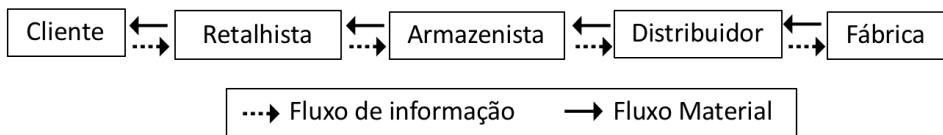


Figura 1.1: Cadeia de abastecimento

A gestão da cadeia de abastecimento envolve e integra elementos como os transportes, as encomendas, os custos, o inventário e o serviço, para oferecer ao Cliente o produto desejado, no momento certo e segundo as condições estabelecidas. Para uma gestão bem-sucedida, é necessário compreender os diferentes elementos que constituem uma cadeia de abastecimento.

A **Fábrica** constitui a capacidade que uma cadeia de abastecimento tem para manufaturar produtos. Quando se tomam decisões de gestão relativamente à produção são muitas vezes questões de balanceamento entre capacidade de resposta e eficiência. Quanto maior o *stock* de uma fábrica, maior será a sua flexibilidade e capacidade de resposta, mas também maiores serão os custos e *stock* parado que em excesso não gera lucros, pelo contrário.

O **Distribuidor** é o agente que controla *stocks* de produtos, que compra de produtores e depois vende a consumidores. Esta organização tem várias funções, como promoção e vendas do produto, administração de *stocks*, operações de armazenamento, transporte do produto, suporte ao cliente e serviço pós-venda. Um distribuidor pode ainda ser uma organização intermediária entre o fabricante e o cliente, desempenhando as funções de promoção e venda do produto, sem nunca tomar posse dele. Em ambos os casos, enquanto as exigências dos clientes evoluem e a escala de produtos disponíveis muda, o Distribuidor é o agente que, continuamente segue as necessidades do Cliente e as combina com os produtos disponíveis.

Os **Retalhistas** são quem tem a tarefa de controlo junto das preferências e procura do Cliente. Armazenam os *stocks* e vendem em quantidades pequenas ao público geral. Utilizam uma combinação de preços, seleção do produto, serviço e conveniência, para atrair os clientes, face à grande concorrência do mercado no geral.

Os **Clientes** são os elementos da cadeia que compram ou usam um produto, sendo que dependendo do contexto, a palavra cliente pode ser usada como sinónimo de comprador (a pessoa que compra o produto), utilizador (a pessoa que utiliza o serviço) ou consumidor (quem consome um produto ou serviço). Um Cliente pode comprar um produto com o objetivo de incorporar outro, vendendo posteriormente a outro Cliente. Por outro lado, o Cliente pode ser o utilizador/consumidor final do produto alvo.

Se cada agente que integra uma cadeia apenas considerar as suas operações, corre riscos desnecessários, podendo interromper o fluxo de materiais e aumentar os custos da mesma. Uma integração externa à organização remove esse risco e melhora a cadeia no geral. Esta integração, consiste na relação entre

os parceiros da cadeia logística, pois estes determinam as melhores oportunidades de redução dos custos. As diferentes componentes de uma cadeia logística devem cooperar entre si, com o objetivo de se complementarem e satisfazer o consumidor final.

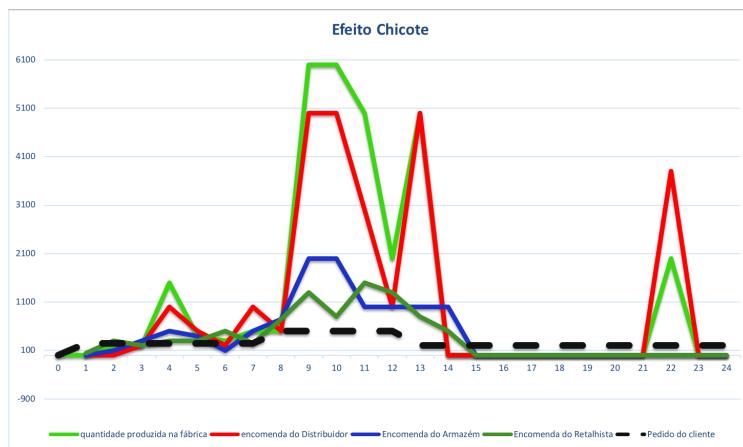


Figura 1.2: Efeito Chicote

O **efeito chicote** é um fenómeno relacionado com a cadeia de abastecimento e significa a distorção da procura, em que os pedidos para o fornecedor têm variância para o consumidor final. Produz um impacto negativo sobre a regularidade e a estabilidade dos pedidos recebidos numa cadeia de abastecimento, em particular, observa-se este fenómeno quando a variação da procura aumenta. Quando eliminamos este efeito, é possível obter vantagens em termos de custo. Este efeito distorce a percepção que os empreendedores têm dos pedidos efetuados, o que pode causar um grande prejuízo na gestão da empresa. Com este movimento a viajar na cadeia logística, uma pequena modificação na procura final é amplificada numa maior variação para o primeiro fornecedor. Esta fragmentação é chamada de **efeito chicote**. Para além de ser um problema de difícil deteção, o **efeito chicote** causa vários problemas, tais como:

- Aumenta o custo de *stock*: como o volume dos pedidos aumenta, a empresa também tem que disponibilizar cada vez mais;
- Racionamento numa circunstância em que haja expectativa de falta de produtos, os agentes da cadeia tendem a fazer compras superiores às suas reais necessidades. Este comportamento acentua ainda mais o **efeito chicote**, amplificando o grau de variação das vendas ao longo da cadeia o que torna impossível para o fabricante determinar a real procura do seu produto;
- Variações de preço: As variações de preço, nomeadamente promoções esporádicas, resultam em compras de grandes quantidades por parte dos Clientes levando à formação de *stock*. Quando se retorna à situação normal de venda, os clientes deixam de comprar o que leva a que o padrão de compras não reflete o padrão de vendas;
- As empresas tendem a agrupar pedidos com o objetivo de diminuir o custo de processamento de ordens de compra e o custo de transporte, que normalmente é fixo, independente da quantidade transportada, portanto quanto maior for a quantidade de produtos transportados, menor será o custo de transporte sobre o produto.

Este documento está estruturado em 4 fases. Numa primeira fase fez-se uma pequena contextualização descrevendo o problema em estudo e especificando os intervenientes do sistema. Segue-se uma análise crítica dos resultados obtidos, assim como da evolução dos níveis de *stock* e de eventuais rupturas da cadeia. Ainda numa perspetiva crítica e evolutiva fez-se uma reflexão quanto ao nível das limitações de desempenho da cadeia de abastecimento. Terminou-se com a conclusão e discussão de trabalho futuro.

2. Descrição geral do projeto

2.1 Cadeia de Abastecimento de Cerveja

O projeto consistiu na simulação e análise de uma cadeia de abastecimento de cerveja e foi dividido em duas fases. A primeira fase consistiu em formar vários grupos de alunos, em que cada um dos grupos representou uma cadeia de abastecimento e o Cliente foi representado pela docente. Formando uma cadeia de abastecimento com a seguinte estrutura:

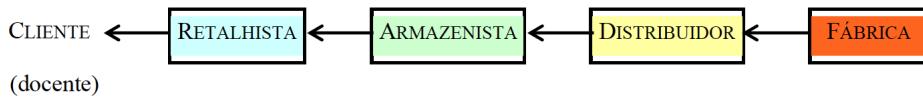


Figura 2.1: Estrutura da cadeia de abastecimento

Ao longo da simulação, cada equipa teve apenas conhecimento das encomendas que, semana após semana a equipa localizada imediatamente inferior a ela foi pedindo. Cada equipa teve que encontrar um algoritmo de gestão de *stock*, de modo a satisfazer os pedidos do Cliente obtendo o melhor desempenho possível em termos de custo total de operação. O prazo estabelecido para a entrega de todas as encomendas foi de 2 semanas. Foram considerados custos fixos. Os custos de produção e de encomenda foram de 5€/encomenda, os de posse de 1€/grade/semana e os de quebra de 2€/grade/semana. De forma a termos sucesso na elaboração do trabalho seguimos algumas instruções de cálculo disponibilizadas pelo enunciado.

1. Registo interno do inventário usaram-se as seguintes fórmulas:

$$emTransito1(t) = emTransito2(t - 1)$$

$$stockAbertura(t) = stockFecho(t - 1) + emTransito1(t - 1)$$

2. Quantidade a despachar para o cliente:

$$despacho = \min[(pedido + porDespachar); stockAbertura]$$

3. Quantidade por despachar do pedido:

$$porDespachar(t) = porDespachar(t - 1) + [pedido(t) - despacho(t)]$$

4. Stock ao fecho:

$$stockFecho = stockAbertura - despacho$$

Após a simulação da cadeia de abastecimento os dados obtidos foram transpostos para uma folha de Excel, para posterior análise de resultados, esta que será efetuada no capítulo seguinte.

3. Análise de Resultados

A cadeia escolhida para a análise dos resultados obtidos foi a cadeia 1. Foram obtidas 24 semanas de simulação.

3.1 Análise de custos de operação do Retalhista

Na figura 3.1 consegue-se verificar os custos totais de posse de *stock*, de rutura de *stock* (quebra), e de encomendas feitas pelo Retalhista, sendo obtido um custo total de 32 270€

Retalhista	
Custo de Encomenda	120,00 €
Custo de Quebra	7 900,00 €
Custo de Posse	24 250,00 €
Custo Total	32 270,00 €

Figura 3.1: Tabela de custos do Retalhista

3.1.1 Análise da evolução dos níveis de *stock* e ruturas do Retalhista

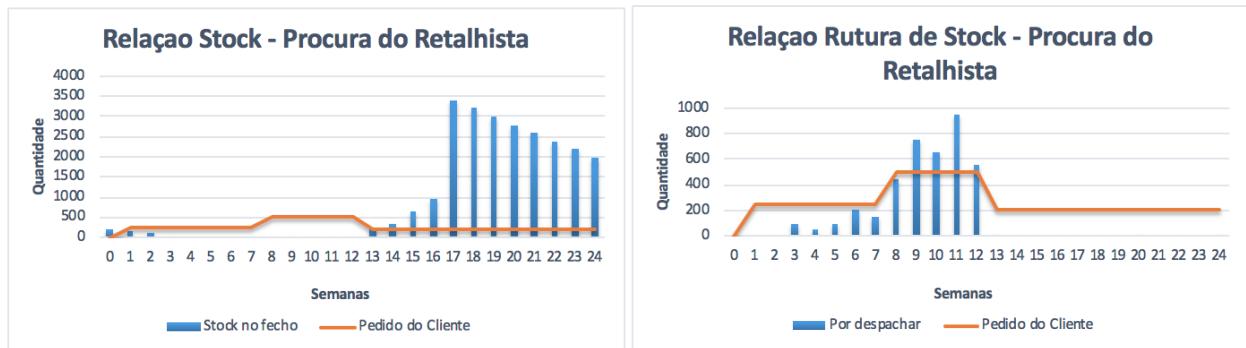


Gráfico 1 - relação entre o *stock* e a procura no Retalhista Gráfico 2 - relação entre a rutura de *stock* e a procura no Retalhista

No gráfico 1 observa-se que a partir da semana 13, o retalhista aumentou bastante os níveis de *stock* guardado e no final da semana 24 não conseguiu vender todo o *stock* encomendado. Como se pode verificar no gráfico 2, da semana 3 até a semana 12, o retalhista sofreu várias ruturas de *stock*. As ruturas de *stock* foram mais elevadas da semana 8 até a semana 12 possivelmente porque o pedido do Cliente também foi mais elevado (aumento na procura).

3.2 Análise de custos de operação do Armazém

Na figura 3.2 consegue-se verificar os custos de encomenda, quebra e posse do Armazém, totalizando 58 920€.

Armazém	
Custo de Encomenda	70,00 €
Custo de Quebra	27 000,00 €
Custo de Posse	31 850,00 €
Custo Total	58 920,00 €

Figura 3.2: Tabela de custos do Armazém

3.2.1 Análise da evolução dos níveis de stock e ruturas do Armazém



Gráfico 3 - relação entre stock e procura no Armazém

Gráfico 4 - relação entre a rutura de stock e a procura no Armazém

No Gráfico 4 consegue perceber-se que desde semana 4 até a semana 14 o Armazém teve ruturas de stock. No Gráfico 3, a partir da semana 14, vê-se que o stock guardado pelo armazém aumentou, não tendo recebido mais nenhuma encomenda (pedido de cliente) até à semana 24.

3.3 Análise de custos de operação do Distribuidor

Na figura 3.3 consegue-se verificar os custos de encomenda, quebra e posse do Distribuidor, totalizando 149 615€.

Distribuidor	
Custo de Encomenda	65,00 €
Custo de Quebra	23 700,00 €
Custo de Posse	125 850,00 €
Custo Total	149 615,00 €

Figura 3.3: Tabela de custos do Distribuidor

3.3.1 Análise da evolução dos níveis de stock e ruturas do Distribuidor

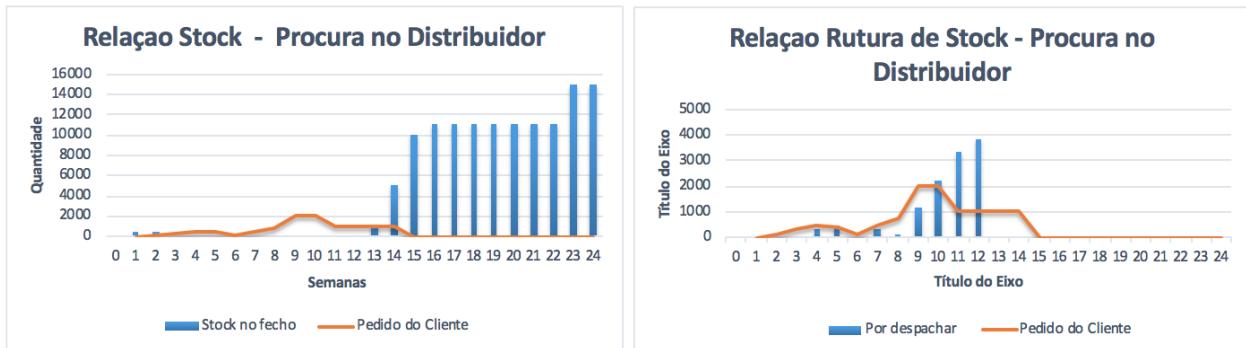


Gráfico 5 - relação entre stock e procura na distribuição

Gráfico 6 - relação entre a rutura de stock e a procura na distribuição

No gráfico 6 observa-se que o Distribuidor apresentou ruturas no seu *stock* na semana 4, 5 e nas semanas de 7 a 12. No gráfico 5 vê-se elevados níveis de *stock* a partir da semana 14.

3.4 Análise de custos de operação da Fábrica

Na figura 3.4 consegue-se verificar os custos de encomenda, quebra e posse da Fábrica, totalizando 99 265€.

Fábrica	
Custo de Produção	65,00 €
Custo de Quebra	47 600,00 €
Custo de Posse	51 600,00 €
Custo Total	99 265,00 €

Figura 3.4: Tabela de custos da Fábrica

3.4.1 Análise da evolução dos níveis de *stock* e ruturas da Fábrica

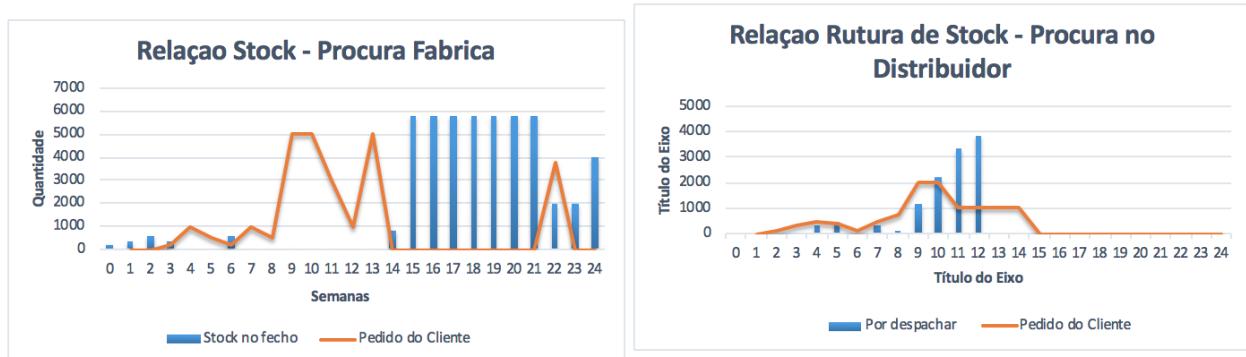


Gráfico 7 - relação entre stock e procura na Fábrica

Gráfico 8 - relação entre a rutura de stock e a procura na Fábrica

No Gráfico 7 verifica-se que os níveis de posse de *stock* foram elevados desde a semana 15 até a semana 21 e também na semana 24. Relativamente ao gráfico 8 observa-se que a Fábrica teve ruturas de *stock* durante a semana 4,5,7 e durante a semana 9 até à 12.

4. Discussão da análise de resultados

Serve o presente capítulo para vizualizar de forma global todos os resultados obtidos na seção anterior. De forma a obter uma visão mais alargada mas ao mesmo tempo mais geral relativamente a cadeia de abastecimento, foi feita uma análise ao nível dos custos totais e do nível de serviço.

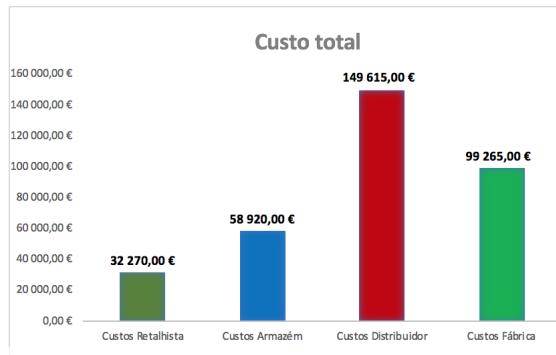


Gráfico 9 - Custos totais das entidades

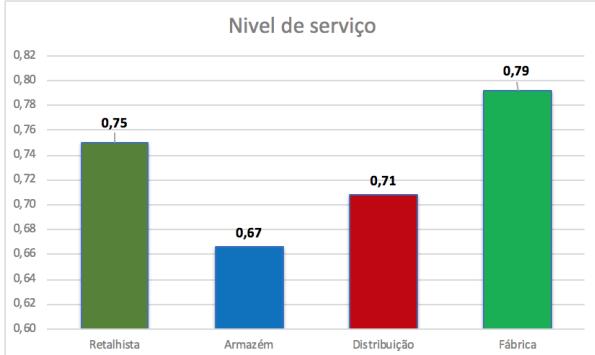


Gráfico 10 - Nível de serviço

Da análise do gráfico 9 sabe-se que quem teve menores custos totais foi o Retalhista, seguido do Armazém. O agente que acumulou maior valor foi o Distribuidor.

Relativamente ao nível de serviço dado pelo gráfico 10 que corresponde ao quociente de encomendas que foram satisfeitas pelo número total de encomendas produzidas a cada agente de distribuição, era de esperar que a Fábrica fosse o agente que tivesse um melhor nível de serviço em relação aos restantes agentes da cadeia e isso ficou bem evidenciado. O Armazém foi aquele que apresentou um pior nível de serviço no que diz respeito a encomendas despachadas.

4.1 Limitações ao desempenho da cadeia

Como qualquer sistema, uma cadeia de abastecimento possuí várias limitações, nomeadamente as de carácter logístico e todas as suas consequências ao longo da cadeia. Para que essas limitações possam ser ultrapassadas é necessário compreender os obstáculos existentes, contribuindo para a otimização da cadeia e consequente melhoria de desempenho. Através da análise dos resultados apresentada anteriormente, percebemos que existem vários problemas na cadeia em estudo. Os principais problemas responsáveis pela limitação do seu desempenho foram os custos acrescidos para todos os agentes da cadeia (Fábrica, Distribuidor, Armazenista e Retalhista). Depois de uma análise detalhada, percebe-se que o principal problema da cadeia analisada é a falta de integração e comunicação ao longo da mesma. A integração da cadeia de abastecimento é crucial pois permite uma maior organização desta em prol das expectativas dos seus clientes. Visa proporcionar controle e cooperação entre todos os agentes da cadeia e assim funcionar da forma mais eficaz. Apesar de no caso prático estudado existir um fluxo de produtos (ainda que fictício), faltou um fluxo integrado de informação que causou alguns distúrbios na cadeia. Cada agente da cadeia apenas recebia o pedido do seu cliente sem ter acesso a qualquer outro dado do mesmo, assim como dos outros agentes da cadeia. Sem esta informação importante cada agente agia “por si”, sem qualquer cooperação com o resto da cadeia originando disfunções ao longo da cadeia. Isto resultou, como verificado na análise feita, em períodos com excesso de stock e ruturas, ambos com custos associados. Os níveis de incerteza muito altos foram outro problema com que nos deparamos e que, consequentemente, limitou todo o desempenho da cadeia. A falta de integração na cadeia, referida anteriormente, aliada à falta de

dados históricos disponíveis e défice de informação acerca de variáveis externas (e.g fatores macroeconómicos, ambientais, etc), são as principais causas deste problema. Como consequência disto, não havia a possibilidade de fazer qualquer tipo de previsões (principalmente na procura), que iriam ajudar na redução, mesmo que nunca totalmente, desta incerteza. Determinados valores (e.g quantidades produzidas) recebiam valores com um grau de aleatoriedade bastante elevado, gerando disruptões em toda a cadeia. Aliado a tudo isto, o facto do *lead time* ser de 2 semanas (para todos os agentes) limitou o desempenho da cadeia, por se considerar um tempo relativamente grande para o caso. A falta de informação associada à incerteza na procura, não permitiu aos agentes uma resposta imediata, originando em alguns períodos, dificuldades na gestão de *stocks* e consequentes custos acrescidos.

4.2 Melhorias/Sugestões de desempenho

Nos dias correntes, os clientes têm grande facilidade de troca no que diz respeito a quem compram, ou seja, hoje em dia o cliente atual não é fiel a uma superfície apenas, procurando sempre os melhores mercados ao nível qualidade/preço e disponibilidade dos produtos. Para que as expectativas do cliente sejam preenchidas é importante que uma empresa tenha a capacidade de os satisfazer quando eles necessitam, incorrendo nos menores custos possíveis. Entra aqui uma questão que passa por minimizar os custos tendo em conta a possibilidade de satisfazer o cliente. Na análise que fizemos anteriormente percebemos quais as limitações da cadeira e os seus principais problemas. É agora importante perceber o que pode ser feito para os solucionarmos da melhor forma. Criar sistemas que permitam ao máximo a integração da cadeia e partilha de informação dentro dela (de forma a reduzir e solucionar problemas logísticos) é fundamental. Uma das formas de melhorar a qualidade da informação é a introdução de estratégias de partilha de informação ao longo da cadeia de abastecimento, como ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou EDI (*Electronic Data Interchange*).

As ruturas e excessos de *stock* verificados na análise poderiam ser mais controlados se durante a atividade tivéssemos acesso à informação de toda a cadeia, dando importância à cooperação e consequente otimização da cadeia. Reduzir o *Lead time* ao longo da cadeia seria uma hipótese viável, tendo custos associados. Relativamente à melhoria nos meios de produção e meios de distribuição seria uma hipótese para aumentar a capacidade de resposta. Mas é importante reter que tudo isto possui custos associados. É igualmente importante entender que existe relação entre custos e capacidade de satisfazer o cliente. Neste caso concreto existem custos de quebra e custos de posse, apesar de o primeiro ser maior que o segundo é significativo perceber que tem que existir um *trade off* entre estes de forma a optimizar a cadeia. Tendo sempre como principal objetivo satisfazer o cliente, mas também reduzir os seus custos, uma empresa, só assim ganha competitividade no mercado. É então esperado que tendo em conta tudo o referido anteriormente, se reduzam ao máximo limitações e problemas nas cadeias, ou seja, a sua optimização ao máximo.

5. Conclusões

Com a realização da análise de dados obtidos da simulação do jogo é notório que, para um ótimo funcionamento da cadeia, é necessário existir um constante fluxo de informações entre todas as partes da cadeia logística. Essa informação levará a um melhor desempenho global da cadeia de abastecimento, pois levará a uma diminuição ou mesmo total eliminação de causas responsáveis pelo deficiente funcionamento das cadeias de abastecimento como é exemplo o efeito chicote. Com um melhor sistema de informação pode-se ajustar as variações do nível de *stock* e tentar processar melhor a variação da procura nos produtos. Estas formas conduzirão a um melhor funcionamento da cadeia de abastecimento e uma subsequente diminuição dos custos associados. Uma das formas de melhorar a qualidade da informação é a introdução de estratégias de partilha de informação ao longo da cadeia de abastecimento, como ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou EDI (*Electronic Data Interchange*). Outro parâmetro que pode ser melhorado é, se possível, uma redução do *lead time*. Durante a realização desta simulação verificou-se que o *lead time* de duas semanas revelou-se numa dificuldade acrescida, pois, muitas situações de rotura de *stock* eram evitáveis se o *lead time* fosse inferior, sendo que, com um valor inferior, não fosse preciso encomendar mais do que o necessário para responder às necessidades evidenciadas pela cadeia e pelo consumidor final.