

## MODELAGEM DOS CUSTOS DE RUPTURA DE ESTOQUE: UMA INVESTIGAÇÃO NO VAREJO FARMACÊUTICO

**Autoria:** Bruno Spadafora Ferreira, André Torres Urdan

### Resumo

Se os custos provocados pelas rupturas de estoques não forem conhecidos, não é possível ao gestor da empresa definir as políticas de estoques e programação adequadas. Este artigo apresenta um modelo para o cálculo desse custo em varejista. O modelo foi desenvolvido em uma grande rede brasileira de varejo farmacêutico. Ele tem aplicação prática relevante, na determinação das políticas de estoques nos pontos de venda e em toda a rede de distribuição da empresa.

## MODELAGEM DOS CUSTOS DE RUPTURA DE ESTOQUE: UMA INVESTIGAÇÃO NO VAREJO FARMACÊUTICO

### INTRODUÇÃO

Uma das dimensões principais do nível de atendimento ao consumidor final é a disponibilidade dos produtos no ponto de venda. Dois tipos de custos afetam a definição do atendimento ao consumidor que é economicamente ótimo para a empresa: os custos incorridos para atender e os custos resultantes das rupturas de estoque, ou o custo de não atender. Se os custos provocados pelas rupturas de estoques não forem conhecidos não é possível ao gestor da empresa definir as políticas de estoques e programação adequadas.

A decisão sobre o atendimento a ser oferecido pela empresa de varejo deveria ser o resultado do balanceamento desses custos opostos. Entretanto, não é isso o que acontece na prática. O nível de atendimento normalmente é estabelecido de forma arbitrária com base na experiência dos gestores e com maior peso para os custos do atendimento do que para os custos associados às rupturas do estoque. A falha no cálculo explícito dos custos da falta de disponibilidade afeta negativamente a qualidade das decisões sobre o nível de atendimento adequado.

Então, este artigo propõe um modelo prático para calcular o custo de curto prazo das rupturas de estoques de varejista. A partir de informações dos produtos e das lojas, conhecidas pelos gestores, o modelo prevê as reações dos consumidores às rupturas e calcula os custos para o varejista, associados a elas.

### REVISÃO DA LITERATURA

Uma das dimensões principais do nível de atendimento ao consumidor final é a disponibilidade dos produtos no local de venda (Aastrup e Kotzab, 2010). No varejo, essa disponibilidade é influenciada por uma série de fatores associados à gestão logística da empresa e de sua cadeia de suprimentos (Lambert M., 1976). Para o varejista disponibilizar produtos no ponto de venda ele incorre em custos de diversas naturezas, que podem ser qualificados como custos de atendimento. Existe uma extensa literatura que investiga as políticas de operação ótimas para o varejo alcançar o nível desejado de disponibilidade de produtos, com os menores custos de atendimento possíveis (Nahmias e Stephen, 1994 e Trautrim, Grant, Fernie, e Harrison, 2009 e Gruen e Corsten, 2008). As técnicas sugeridas pela literatura indicam que o custo marginal de atendimento aumenta com o aumento do atendimento requerido.

Por outro lado, a indisponibilidade de produtos no ponto de venda (PDV) provoca a perda do lucro das vendas imediatas e também provoca custos de longo prazo relacionados com a diminuição de probabilidade de vendas futuras (Anderson, Fitzsimons. e Simester, 2006). Esses autores afirmam que apesar de existir extensa literatura investigando as políticas ótimas de estoques, supreendentemente há pouca investigação em como os consumidores reagem às faltas e que, na maioria dos casos, os custos provocados pelas faltas são desconhecidos.

A ruptura de estoque no varejo pode ser definida como a falta de um produto desejado pelo cliente, em certa apresentação e em condições adequadas de venda, no momento da compra, que está no sortimento do varejista (Vasconcellos, e Sampaio, 2009). Neste artigo, a ruptura de estoque associa a falta de um produto no estoque ao desejo de um consumidor em adquiri-lo. Estudos em vários países para diversos tipos de varejo mostram que a média de rupturas de estoque no PDV é de 7 a 8% (The Progressive Grocer Study, 1968, Vasconcellos, e Sampaio, 2009 e Andersen Consulting, 1996).

Dois tipos de custos afetam a definição do atendimento ao consumidor que seja economicamente ótimo para a empresa: os custos incorridos para atender e os custos resultantes das rupturas de estoque, ou o custo de não atender. Se os custos provocados pelas rupturas de estoques não forem conhecidos não é possível ao gestor da empresa definir as políticas de estoques e programação adequadas. A decisão sobre o atendimento a ser oferecido pela empresa varejista deveria ser o resultado de uma análise técnica do balanceamento desses custos opostos. Entretanto, pesquisas recentes mostram que não é isso o que acontece na prática (Aastrup e Kotzab – 2010). Essa falha no cálculo explícito dos custos da falta de disponibilidade afeta negativamente a qualidade das decisões sobre o nível de atendimento adequado. Este é o problema gerencial abordado neste artigo, para o caso particular do varejo farmacêutico.

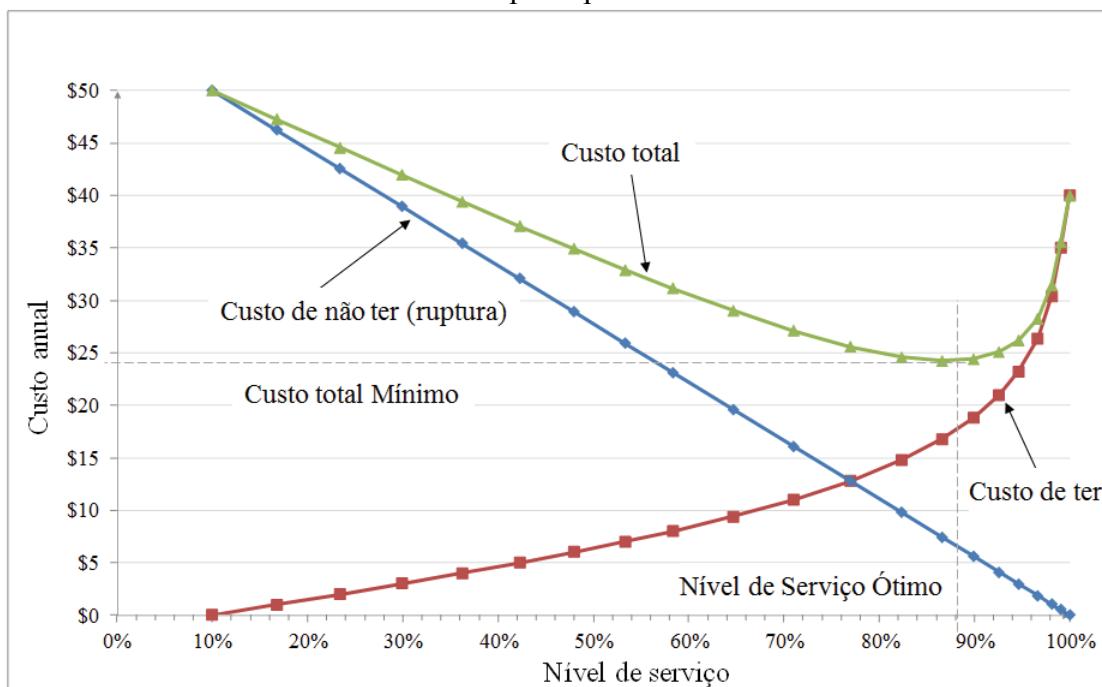
As pesquisas sobre as rupturas de estoque, suas causas e consequências, se dividem em duas vertentes. A primeira investiga o lado da demanda e analisa as reações dos consumidores e os fatores associados à compra que afetam as suas reações às rupturas de estoque. (Zinn e Liu, 2001 e 2008 e Sampaio e Machline, 2009 e Corsten, e Gruen, 2004). As reações do consumidor podem ser generalizadas em três tipos principais: substituir o produto por outro, adiar a compra para outro momento ou desistir de fazer a compra. Essas reações são afetadas por algumas características do produto, do consumidor, da loja e da situação particular de compra.

A segunda vertente trata o suprimento e analisa a frequência e as causas das rupturas. Foram elaborados estudos que analisaram o método pelo qual a ruptura é medida (Zinn, Mentzer, e Croxton, 2002) e também a frequência de rupturas em diversos países e tipos de lojas, por categoria de produtos (Andersen Consulting, 1996, Gruen, Corsten, e Bharadwaj, 2002, Vasconcellos e Sampaio, 2009). Outros estudos procuraram mostrar as causas das rupturas e as técnicas que podem ser utilizadas para reduzir sua frequência (Trautins, Grant, Fernie e Harrison, 2009, Gruen e Corsten, 2008, Roland Berger Strategy Consultants, 2003).

A maioria dos estudos relacionam as intenções declaradas pelo consumidor como reação à ocorrência da ruptura, no momento em que ela ocorre (Machline, Sampaio, 2009 e Zinn, Liu, 2001, Fitzsimons, 2000, Verbeke, Farris e Thurik, 1997 Emmelhainz, Stock, e Emmelhainz, 1991 e Walter e Grabner, 1975). Poucos compararam as intenções declaradas e as reações reais do consumidor, fora do ambiente da loja em que ocorreu a ruptura, nos casos de substituição do produto desejado, compra em outra loja ou desistência da compra (Zinn e Liu, 2008).

Faltam modelos integradores das duas vertentes que explicitem mais claramente os custos da ruptura de forma útil para que a gestão possa determinar o nível de atendimento ótimo (Aastrup e Kotzab, 2010). Sem um modelo para determinar o custo da ruptura de estoque, não é possível determinar o nível de serviço ótimo que minimiza o custo total logístico, que é a soma do custo de atendimento com o custo do não atendimento (custo da ruptura de estoque), como exemplificado na Figura 1.

Figura 1 – Custo logístico total mínimo em função do nível de serviço  
Exemplo hipotético



Outro ponto a destacar no caso do varejo é que o nível de serviço ótimo que leva ao custo total mínimo é variável em função do produto e das características da loja, fazendo com que essa decisão seja subdividida em até milhares de decisões.

Diante destas lacunas, este artigo tem como objetivo orientar a construção de um modelo prático para estimar o custo da ruptura de estoque a partir das características do varejista. Para tanto, a pesquisa realizada procurou responder às seguintes perguntas:

1. Quais as possíveis reações de curto prazo que rupturas de estoque provocam no consumidor?
2. Quais características do consumidor, do produto e marca, da loja e da situação da compra e que influenciam as suas reações à ruptura?
3. Como quantificar de forma os custos imediatos para o varejista das rupturas de estoque ocorridas ou potenciais, em função das variáveis de influência relevantes?

Devido à complexidade do tema e ao prazo disponível, não foram tratados os custos de longo prazo associados às rupturas de estoque.

### EMPRESA UTILIZADA PARA A MODELAGEM

A modelagem foi conduzida em uma grande rede de varejo farmacêutico no Brasil no ano de 2012, com gestão logística da rede era centralizada. O mix de produtos e as políticas de estoques eram definidos por uma área central que fazia a gestão de estoques de toda a rede. Essa área era responsável por definir e medir indicadores de faltas e ajustar as políticas de estoque de acordo com a conveniência da rede. Cada loja vendia de 5 a 6 mil medicamentos diferentes. As lojas eram abastecidas a partir de Centros de Distribuição – CDs próprios, que por sua vez eram supridos pelos fornecedores. Embora tenha sido desenvolvida para o varejo farmacêutico, a essência da modelagem aqui empreendida é extensível a outros tipos de varejo.

### MÉTODO E PROCEDIMENTOS

O custo de curto prazo da ruptura de estoques é função das reações do consumidor à falta. Portanto, para modelar o custo de curto prazo é necessário:

1. Determinar as possíveis reações do consumidor perante as rupturas de estoque e avaliar o possível impacto de custos de que essas reações provocam para a rede varejista.
2. Determinar as variáveis que influenciam as possíveis reações do consumidor e que podem servir como previsoras de sua reação. Algumas dessas variáveis são dependentes do produto e da loja e outras dependentes da característica do consumidor e da situação particular de compra.
3. Propor um modelo matemático que relate as variáveis de influência (independentes), as reações reais do consumidor (variável dependente) e o custo de curto prazo da ruptura de estoques.

Para determinar as possíveis reações do consumidor inicialmente foi revisada a literatura. Para levar em consideração possíveis particularidades do varejo farmacêutico, foram entrevistados gestores regionais, responsáveis por várias lojas da grande São Paulo e gestores de lojas da rede. Com esses gestores foi também discutido o custo que cada possível reação do consumidor provocaria, entendidos como custos, além dos custos efetivamente incorridos, a eventual perda de margem de contribuição do medicamento faltante e dos demais produtos que poderiam ter sido comprados em conjunto com o medicamento faltante. Uma terceira categoria de custos de curto prazo são os efetivamente incorridos relacionados com as opções de encomenda ou de entrega, oferecidas ao consumidor no momento da ruptura de estoques.

Uma vez determinadas as possíveis reações dos consumidores, foram avaliadas as variáveis que poderiam influenciar essas reações. As características da compra foram divididas em características do próprio consumidor, do medicamento e de sua marca, da loja e da situação da compra para o consumidor. Para complementar a literatura e determinar quais variáveis influenciam o consumidor no varejo farmacêutico, foram feitas reuniões com os gestores regionais e gerentes de loja. Ao cabo, surgiram 58 possíveis variáveis de influência.

Foi elaborada uma pesquisa quantitativa com os consumidores, no momento de falta. Entrevistadores abordaram em algumas lojas da rede, no momento de ocorrência das faltas, para coletar dados sobre as variáveis de influência atuantes no momento e a reação do consumidor à falta. Constitui-se uma amostra com 576 clientes. Posteriormente, os consumidores abordados foram contatados por telefone para que a sua reação real à falta, nos casos indeterminados, fosse conhecida. Ação que alcançou 356 consumidores.

Coletados os dados, a construção do modelo para estimativa do custo da ruptura se dividiu em duas partes. Na primeira, por Análise Logit Multinomial se determinou a relação entre as variáveis de influência e as reações dos consumidores à ruptura de estoque e se criou um modelo para prever a probabilidade de cada tipo de reação, em função das situações particulares das variáveis de influência. Os dados aqui foram os coletados diretamente dos consumidores. Para avaliar a consistência do modelo resultante, a relação medida entre as variáveis de influência e as reações dos consumidores foi comparada com as opiniões dos gerentes de loja e também com as de um grupo selecionado de consumidores. Já a segunda parte do modelo determina o custo de curto prazo da ruptura para a rede varejista, a partir das probabilidades das diversas reações possíveis dos consumidores e dos custos de cada tipo de reação.

### **Reações e custos de curto prazo associados à ruptura**

A análise das possíveis reações do consumidor está organizada de acordo com os

possíveis custos dessas reações. Para o modelo, considerou-se como custo de curto prazo aquele diretamente relacionado à ocorrência individual da ruptura. Os custos diretos ocorrem por reações reais dos consumidores medidas em um intervalo máximo de 2 meses depois da ruptura. A análise realizada em conjunto com os gestores da rede dividiu os custos de curto prazo da ruptura em 3 categorias: Margem de contribuição do medicamento procurado; Margem de contribuição dos demais medicamentos; Custos adicionais, incorridos pela rede quando o cliente opta pela encomenda com entrega ou pela encomenda para retirada posterior pelo cliente.

Na modelagem, as reações dos consumidores são variáveis dependentes, cuja probabilidade se pretende estimar, a partir das variáveis de influência conhecidas. Conhecendo-se o custo envolvido em cada tipo de reação, é possível estimar o custo da ruptura de estoques em cada situação. Evidentemente, o custo total de curto prazo da ruptura de estoque é dado pela soma da margem de contribuição perdida com o próprio produto faltante, da margem de contribuição perdida dos eventuais demais produtos que o consumidor deixa de comprar e dos custos adicionais de possíveis entregas solicitadas. Se o consumidor comprar o medicamento faltante na rede em outro momento, não são incorridos custos em relação à margem de contribuição do medicamento procurado. Ou seja, o efeito do tempo no custo está sendo desprezado, na suposição de que a compra seja realizada no curto prazo.

Portanto, para determinar o custo total de curto prazo, resultante da ruptura de estoque, são necessários 3 modelos, conforme Figura 2. As reações do consumidor, previstas pelos modelos individualmente, não são necessariamente independentes entre si. A eventual correlação entre as reações, se presente, está descrita pelos modelos que as relacionam com os fatores de influência. Assim, o consumidor toma 3 decisões diferentes e possivelmente correlacionadas. Entretanto, os custos associados a cada uma das decisões são independentes entre si, pois uns não afetam os outros: não há sobreposição ou intersecção dos custos incorridos associados a cada decisão. Portanto é possível calcular o custo total para o varejista pela soma simples dos custos de cada categoria, calculados individualmente a partir de cada um dos modelos. Dentro de cada categoria o custo é dado pela somatória do custo de cada alternativa de reação do consumidor multiplicado pela probabilidade da reação calculada pelo modelo estatístico correspondente.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

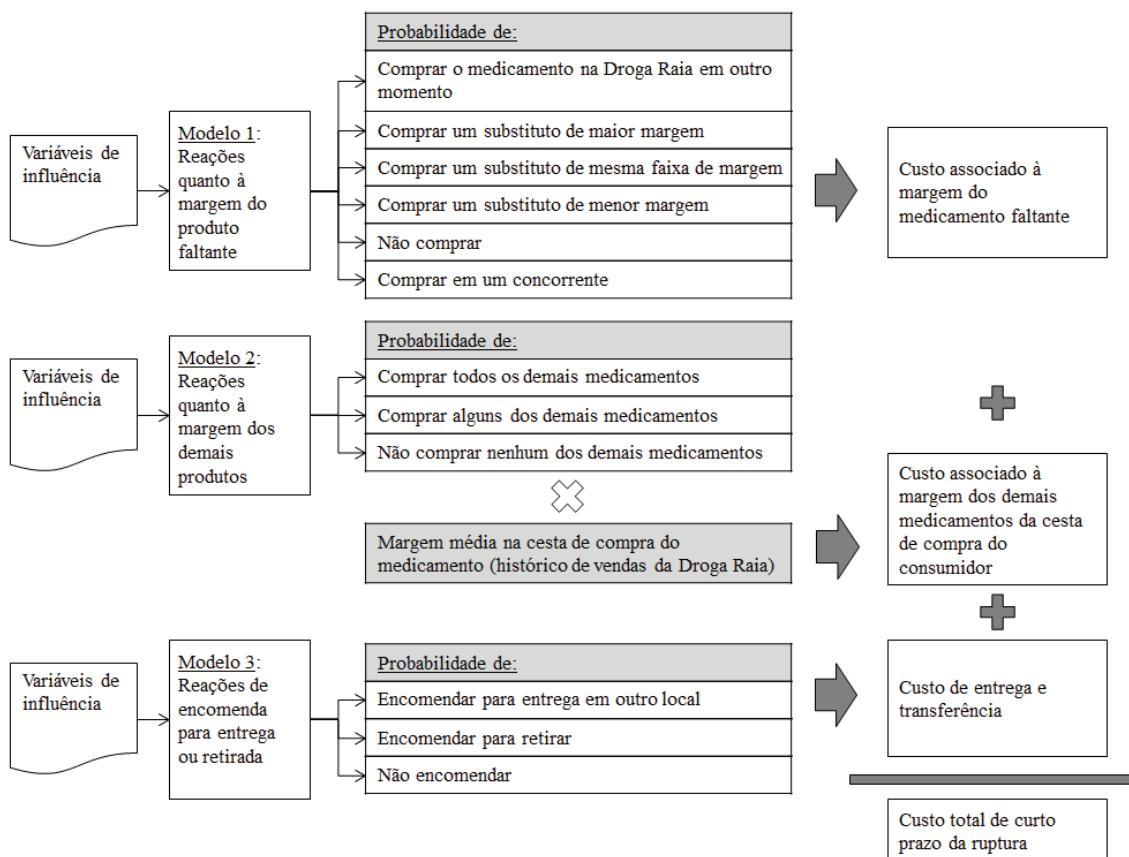
### Possíveis variáveis de influência sobre as reações dos consumidores

A análise estatística Logit Multinomial, aplicada aos dados coletados dos clientes nas lojas, revelou as variáveis de influência mais relevantes para determinar as reações do consumidor perante a ruptura, para cada um dos modelos da Figura 3. A Tabela 1 reporta os parâmetros que relacionam as variáveis de influência com as possíveis reações dos consumidores à ruptura de estoques, relacionadas com a margem de contribuição do medicamento faltante. No Modelo 1, a categoria de referência das reações do consumidor é a 4, “Não comprar o medicamento”. Portanto, as funções Logit do modelo, relacionam a probabilidade de ocorrência de cada uma das categorias de reação com a probabilidade de o consumidor não comprar o medicamento faltante.

No teste de significância para o Modelo 1,  $p = 0,000$ , indicando que é muito pouco provável que todos os parâmetros estimados sejam nulos. Os testes de adequação resultaram em Pearson de 0,865 e Deviance de 1,000 (maiores valores indicam maior adequação do modelo). Aplicando-se as fórmulas da transformação Logit, é possível calcular a probabilidade de cada uma das categorias de reação do consumidor para cada dado da

amostra. A reação mais provável é escolhida como a previsão gerada pelo modelo. A taxa de acerto da previsão é calculada dividindo-se a soma dos eventos em que a previsão foi igual à reação real pelo número total de eventos. Neste caso a taxa de acerto calculada foi de 60,1%:

Figura 2: Modelos para o cálculo do custo de curto prazo decorrente da ruptura de estoques



Portanto o modelo proposto supera o critério de corte definido e pode ser considerado útil para prever a reação do consumidor à falta, conforme detalhes a seguir.

Critério de Chance Proporcional (CCP)	38,5%
Limite de comparação (+25%) (LC)	48,2%
Taxa de acerto do modelo	60,1%
<u>Melhoria na previsão</u>	<u>56,1%</u>

A coluna P na Tabela 1 indica a significância estatística dos coeficientes individuais para cada função Logit calculada. Ela indica que alguns parâmetros são significativos para algumas funções Logit e não para outras. Por exemplo, a variável 2.15: “Força da marca dos medicamentos substitutos” é significativa ( $p = 0,02$ ) na função Logit 2 (2/4) que representa a relação entre a probabilidade do consumidor substituir o medicamento faltante e a do consumidor não comprar o medicamento. Entretanto ela não é significativa na função Logit 1 (3/4), que representa a relação entre as probabilidades do consumidor comprar em um concorrente e não comprar o medicamento.

Tabela 1: Coeficientes do Modelo 1 - Reações relacionadas à margem de contribuição do medicamento faltante

Categorias da variável dependente				
Varáveis independentes	Coeficiente	D padrão	Z	P
<b>Logit 1: (3/4)</b>				
Constante	1,9488500	1,5247100	1,28	0,201
2.04 Criticidade do medicamento	0,1722310	0,2225820	0,77	0,439
2.09 Força da marca do medicamento	0,2413860	0,2052180	1,18	0,239
2.15 Força da marca dos medicamentos substitutos	-0,0149162	0,1470240	-0,10	0,919
4.04 Existência de substitutos na loja	-0,0491085	0,0334238	-1,47	0,142
3.12 Qualidade do atendimento	-0,0493167	0,2078120	-0,24	0,812
3.04 Facilidade de acesso a lojas alternativas	-0,0653737	0,2056100	-0,32	0,751
2.01 Tipo do medicamento quanto à marca				
(M)arca	-1,25457	0,802680	-1,56	0,118
(S)imilar	-1,31877	1,117280	-1,18	0,238
2.19 Receita controlada				
Sim	-0,513491	0,510777	-1,01	0,315
3.11 Movimento da loja				
2	0,161171	0,463022	0,35	0,728
3	1,326150	1,106780	1,20	0,231
<b>Logit 2: (2/4)</b>				
Constante	-1,946890	1,9867900	-0,98	0,327
2.04 Criticidade do medicamento	-0,303509	0,2533230	-1,20	0,231
2.09 Força da marca do medicamento	0,111904	0,2576920	0,43	0,664
2.15 Força da marca dos medicamentos substitutos	0,426662	0,1828180	2,33	0,020
4.04 Existência de substitutos na loja	0,112660	0,0479407	2,35	0,019
3.12 Qualidade do atendimento	0,308493	0,2721420	1,13	0,257
3.04 Facilidade de acesso a lojas alternativas	0,176274	0,2791810	0,63	0,528
2.01 Tipo do medicamento quanto à marca				
(M)arca	-1,521050	0,8780330	-1,73	0,083
(S)imilar	-1,963750	1,5684200	-1,25	0,211
2.19 Receita controlada				
Sim	-1,690860	0,7376060	-2,29	0,022
3.11 Movimento da loja				
2	1,056230	0,5987240	1,76	0,078
3	2,848550	1,2396200	2,30	0,022
<b>Logit 3: (1/4)</b>				
Constante	2,1197500	1,6663600	1,27	0,203
2.04 Criticidade do medicamento	-0,1576710	0,2354400	-0,67	0,503
2.09 Força da marca do medicamento	0,1032770	0,2303660	0,45	0,654
2.15 Força da marca dos medicamentos substitutos	-0,0283952	0,1654710	-0,17	0,864
4.04 Existência de substitutos na loja	-0,0109970	0,0379425	-0,29	0,772
3.12 Qualidade do atendimento	-0,0388736	0,2324120	-0,17	0,867
3.04 Facilidade de acesso a lojas alternativas	-0,1751640	0,2200840	-0,80	0,426
2.01 Tipo do medicamento quanto à marca				
M	-0,3860160	0,9120490	-0,42	0,672
S	-0,5323060	1,3006600	-0,41	0,682
2.19 Receita controlada				
Sim	-0,1581540	0,5704790	-0,28	0,782
3.11 Movimento da loja				
2	0,4608520	0,5345260	0,86	0,389
3	0,9266160	1,1966700	0,77	0,439

A interpretação dos coeficientes das funções Logit, considerados individualmente, não é direta, uma vez que uma variável pode ter significado estatístico para uma das funções e não para outras. É interessante notar que a maior parte das variáveis com significado estatístico estão na função Logit 2 (2/4), que relaciona a probabilidade da substituição do medicamento faltante (categoria 2) com a alternativa de não comprar (categoria 4). Isso sugere que o modelo é mais preciso na previsão do comportamento de substituição, em relação a qualquer alternativa, e menos preciso na previsão das outras reações.

Tentativas de retirada das variáveis com maiores valores de p (em que há menos segurança de que o parâmetro seja diferente de zero), provocaram diminuição significativa da taxa de acerto.

No Modelo 2, a categoria de referência das reações do consumidor é a 2, não comprar os demais medicamentos. A função Logit do modelo relaciona a probabilidade de do consumidor comprar os demais medicamentos em relação à probabilidade dele não os comprar.

Tabela 2: Coeficientes do Modelo 2 - Reações relacionadas à margem de contribuição dos demais produtos

Logit:	Coeficiente	D padrão coeficiente	Z	P
Constante	-0,0989272	3,501670	-0,030	0,977
2.08 Número de medicamentos procurados	2,4554800	1,097130	2,240	0,025
2.11 Relevância do preço na cesta de compras	-1,4913200	0,594591	-2,510	0,012
2.15 Movimento da loja	3,1592000	1,120920	2,82	0,005
3.12 Qualidade do atendimento	-1,9810900	0,855218	-2,320	0,021
3.03 Facilidade de acesso à loja para o consumidor	0,6801090	0,349312	1,950	0,052
4.05 Desconto para os demais produtos				
Sim	5,2937700	1,692340	3,130	0,002

O teste de significância para o Modelo 2 fornece o valor de  $p = 0,000$ , indicando que é muito pouco provável que todos os parâmetros estimados sejam nulos. Os testes de adequação resultaram em Pearson de 1,000 e Deviance de 1,000 (maiores valores indicam maior adequação do modelo).

Neste caso a taxa de acerto da previsão do modelo é de 90,9%.

Portanto a taxa de acerto do modelo proposto situa-se próxima, mas é menor do que o critério de corte definido. Entretanto, devido à distribuição dos dados da amostra, o critério de corte é muito exigente, e apesar de o modelo estar abaixo dele, ainda assim traz uma melhoria de 19,8% na previsão.

Critério de Chance Proporcional (CCP)	75,1%
Limite de comparação (+25%) (LC)	93,9%
Taxa de acerto do modelo	90,0%
<u>Melhoria na previsão</u>	<u>21,0%</u>

A coluna P na Tabela 6 indica a significância estatística dos coeficientes individuais para cada função logit calculada. Todos os parâmetros calculados são significativos ao nível de 0,05 de significância.

Devido ao pequeno número de consumidores que utilizaram as entregas, o modelo das reações relacionadas aos custos adicionais utiliza a frequência média de eventos em cada categoria como a melhor estimativa das probabilidades de ocorrência de cada uma das categorias conforme Tabela 8.

Tabela 3: Coeficientes do Modelo 3 - Reações relacionadas com os custos de encomenda e entrega

Categorias da variável dependente	Probabilidade
1 Encomendou para entrega e pagou no momento da ruptura.	2,4%
2 Encomendou para retirada.	3,1%
3 Não encomendou e não pediu entrega.	94,4%

### Cálculo do custo de ruptura de estoques

Os Modelos 1, 2 e 3 permitem calcular a probabilidade de ocorrência das possíveis reações do consumidor perante a ruptura de estoques a partir de características de cada medicamento faltante e de cada loja. Os modelos propostos não utilizam as características do consumidor e da situação de compra. Nesta seção são apresentadas orientações para que seja criado um modelo computacional que calcule o custo de curto prazo da ruptura de estoques para cada uma das milhares de combinações de medicamentos e lojas existentes na rede varejista. As parcelas de cada categoria de custos são independentes por não terem componentes comuns entre si. Dentro de cada categoria o custo é dado pela somatória do custo de cada alternativa de reação do consumidor multiplicado pela probabilidade da reação calculada pelo modelo estatístico correspondente.

### Categoria de custos associados à margem de contribuição do medicamento faltante

Custo da reação: Comprar na rede em outro momento. Neste caso, o custo da reação é nulo. A recomendação é desprezar a variação de margem de contribuição que o produto possa ter pela eventual compra em outra loja da rede, com margem de contribuição diferente. Também é recomendado desprezar o efeito sobre o valor presente da margem de contribuição que uma eventual postergação da compra possa trazer, já que foi considerado um intervalo máximo de 2 meses, entre a ruptura e a reação real do consumidor. Reações com prazo maior de 2 meses, foram consideradas como não havendo a compra do produto faltante.

Custo da reação: Não comprar. Neste caso, o custo da reação está associado diretamente à margem de contribuição que o medicamento tem na loja em questão. Para tanto, é necessário que o sistema computacional calcule periodicamente a margem média do medicamento para a loja para um período de interesse. O período de interesse deve a ser definido pelo gestor, de acordo com a volatilidade das margens.

Custo da reação: Comprar em um concorrente. Como no caso anterior, o custo da reação está associado diretamente à margem de contribuição que o medicamento tem na loja em questão.

Custo da reação: Substituir na rede. Nesta situação o cálculo do custo da substituição não é direto, pois não é possível capturar dados históricos das substituições de cada medicamento no histórico de vendas, com informações do medicamento substituído e do medicamento substituto em cada situação. A solução alternativa é definir famílias de medicamentos substitutos entre si, considerando-se o princípio ativo e o conhecimento dos gestores da rede. Dessa forma, pode-se comparar a margem de contribuição do medicamento substituído com a margem de contribuição média da família de medicamentos substitutos.

A recomendação para a criação do modelo de custeio da reação de substituição é calcular periodicamente a margem de contribuição média de cada família de substitutos para

cada loja, ponderando-se a margem de cada medicamento da família pelo volume de vendas na loja, para um período de interesse. O custo da reação de substituição seria a diferença entre a margem de contribuição média da família de substituição e a margem de contribuição do medicamento em particular. Assim, para medicamentos com margem de contribuição acima da média da família, a substituição representaria uma perda para a rede. A eventual substituição de medicamentos com margem de contribuição abaixo da margem média da família representaria um ganho para a rede.

O efeito que a diferença de margem de contribuição tem sobre a probabilidade da reação de substituição já está sendo levado em consideração pelas variáveis de influência selecionadas, que também têm influência sobre a diferença de margem de contribuição.

### **Categoria de custos associados à margem de contribuição dos demais medicamentos**

Custo da reação: Comprar os demais medicamentos. Neste caso, se o consumidor decide comprar os demais medicamentos que procurava, mesmo ocorrendo a ruptura de estoque de um deles, o custo de curto prazo é nulo.

Custo da reação: Não comprar os demais medicamentos. Caso a falta de um dos medicamentos, leve o consumidor a não comprar os demais medicamentos procurados, é necessário considerar como custo da ruptura a perda da margem de contribuição dos demais medicamentos que deixaram de ser vendidos. Para tanto deve ser calculada periodicamente a margem de contribuição média dos produtos comprados em conjunto com o medicamento faltante, a partir dos dados históricos de venda da loja para o período de interesse. Essa média, já levará em conta o fato de que algumas vezes o medicamento é comprado em conjunto com outros e em outras não.

### **Categoria de custos adicionais associados à entrega.**

Custo da reação: Encomendar para entrega em outro local. O custo desta reação está relacionado com o esforço administrativo para processar a encomenda e com o custo de entrega, realizada pela rede, sem ser cobrada do cliente. Portanto, recomenda-se levantar o custo administrativo médio correspondente ao tempo dedicado para realizar a encomenda e processar a entrega. O custo da entrega pode ser diferenciado por loja.

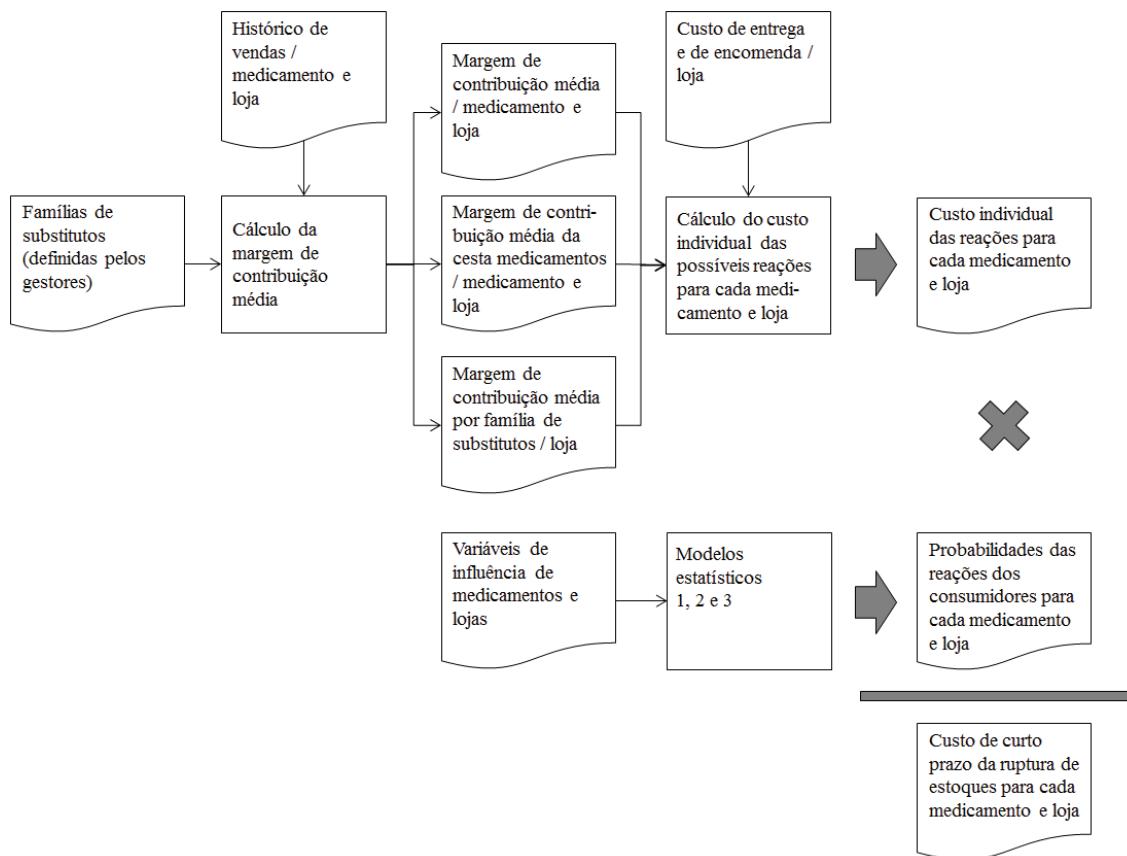
Custo da reação: Encomendar para a retirada posterior. Esta parcela do custo de curto prazo da ruptura é dependente do esforço administrativo para processar a reserva do medicamento para o cliente e do eventual custo de comunicação com o consumidor, para avisá-lo da chegada do medicamento. A rede pode definir um custo médio correspondente a esse esforço para cada loja, ou para a rede como um todo.

Não encomendar. Se o consumidor não encomendar, não são incorridos custos adicionais a serem considerados.

### **Custo de curto prazo total da ruptura de estoques**

Para manter os custos de curto prazo das rupturas atualizado é preciso estruturar um processo periódico e sistemático que recalcule o custo individual das possíveis reações do consumidor para cada medicamento e cada loja. Essa informação, em conjunto com as probabilidades das reações, calculadas pelos modelos definidos, permite calcular o custo de curto prazo da ruptura de cada medicamento em cada loja. A Figura 4 ilustra o processo proposto e as principais informações necessárias para calcular o custo de ruptura de curto prazo para cada combinação de medicamento e loja.

Figura 4: Cálculo do custo de ruptura estimado para todos os medicamentos e lojas



## Conclusões

A pesquisa mostrou que o comportamento de curto prazo do consumidor à ruptura de estoques predominantemente leva à perda da margem de contribuição do medicamento faltante pelo varejista. Em 56% das vezes o consumidor compra o medicamento procurado em um concorrente e em 9% das vezes ele não o compra. Ele substitui o medicamento em 16% das vezes na própria rede e em 19% das vezes ele retorna à rede, na mesma loja ou em outra, para comprar o medicamento procurado. Portanto, em 2/3 das vezes, a rede perde totalmente a margem de contribuição do medicamento procurado. A fidelidade declarada do consumidor à loja ou à rede não é relevante para determinar o seu comportamento real. Na opinião de clientes e gestores a grande disponibilidade de fontes alternativas de suprimento para o consumidor, ao menos nas regiões pesquisadas, é o principal motivo da baixa fidelidade do consumidor à rede.

A possibilidade de entrega ou encomenda para retirada posterior do medicamento faltante, que é uma ação de mitigação de perda de margem atualmente adotada pela rede, não é efetiva. Em apenas 2,4% das rupturas houve a utilização do serviço de entrega em outro local e em 2,4% houve a encomenda para a retirada posterior, sendo que esta alternativa ainda apresenta o risco de o consumidor não voltar para comprar o medicamento. Tal inefetividade pode estar ligada a dois motivos principais: falta de conhecimento dos consumidores a respeito dessa alternativa de atendimento e morosidade para realização do procedimento na loja, o que desestimula os atendentes a oferecerem esta alternativa, principalmente nos momentos em que a loja tem outros clientes aguardando atendimento.

A melhor chance de a rede reduzir a perda de margem de contribuição do medicamento faltante é provocar a substituição do medicamento faltante, ainda na loja. O comportamento do consumidor é influenciado por variáveis que são conhecidas pelos gestores da rede:

Dada a grande diferença de probabilidades estimadas em relação ao comportamento do consumidor é interessante para a rede definir políticas de estoque bastante diferenciadas para essas duas situações. Na Situação 2 a reação do consumidor mais provável à ruptura é a compra em um concorrente (88% de probabilidade), portanto, ela é mais danosa do que na Situação 1, onde é mais provável que o consumidor substitua o medicamento faltante (87% de probabilidade).

O custo estimado de ruptura não é suficiente para determinar a política adequada de estoques. Para isso é necessário conhecer os demais componentes do custo de ruptura relativos ao longo prazo e o custo da manutenção do estoque. A falta de um medicamento tem menor impacto sobre o comportamento do consumidor em relação aos demais medicamentos de sua cesta de compra. Em 85% dos casos o consumidor adquire todos os demais medicamentos de sua cesta, mesmo que ocorra a falta de um medicamento.

A pesquisa não abordou os custos de longo prazo resultantes da ruptura.

Tabela 4: Diferenças de probabilidades para as reações do consumidor em casos reais

Variável:		Situação 1 Evento 142	Situação 2 Evento 341
2.01	Tipo do medicamento quanto à marca	Genérico	Marca
2.04	Criticidade do medicamento	1 – Baixa	5 – Muito alta
2.09	Força da marca do medicamento	3,5 – de média para alta	4,5 – Alta
2.15	Força da marca dos medicamentos substitutos	3 – Alta	2 – Baixa
2.19	Receita controlada	Não	Não
3.04	Facilidade de acesso a lojas alternativas	5 – Muito grande	5 – Muito grande
3.11	Movimento da loja	1 – Médio	1 – Loja cheia
3.12	Qualidade do atendimento	5 – Muito boa	5 – Muito boa
4.04	Existência de substitutos na loja	+10 – Genérico	-10 – Não tem substituto na loja
<hr/>			
Probabilidade estimada			
1	Comprar em outro momento o medicamento procurado na rede	4%	7%
2	Comprar um substituto na rede, no mesmo momento ou posterior	87%	3%
3	Comprar em um concorrente	7%	88%
4	Não comprar	1%	2%
<hr/>			
Reação real coletada		2 – Comprou um substituto na rede no mesmo momento ou posterior	3 – Comprou em concorrente

### Implicações Gerenciais e Próximos Passos

Em relação aos custos de curto prazo, a primeira recomendação para a rede é reavaliar a oferta dos serviços de entrega e encomenda. Na opinião dos gestores e clientes entrevistados, há um potencial significativo de redução do impacto das rupturas, que atualmente não é utilizado, por dois motivos principais: desconhecimento dos consumidores e dificuldades operacionais.

Seria necessário divulgar de forma mais adequada o serviço, revisar o procedimento para agilizá-lo e prover recursos (pessoas, sistemas e procedimentos mais ágeis), para que a encomenda possa ser feita rapidamente pelo consumidor, ainda na loja. Isso poderia transformar a ruptura que é uma experiência negativa, em uma experiência positiva para o consumidor, se sua necessidade for satisfeita com qualidade e rapidez. Se houver mudança significativa na divulgação e na oferta das entregas, seria necessário refazer a pesquisa e redefinir os modelos de cálculo das probabilidades e dos custos de curto prazo das reações perante as rupturas.

A segunda recomendação para a rede é aplicar o modelo de cálculo de custo de ruptura de curto prazo utilizando os conceitos e técnicas apresentadas. Esse modelo teria influência significativa na definição das políticas de estoques da rede e nos principais indicadores de gestão logística da empresa, que passariam a considerar as diferenças de impacto das rupturas dos diversos medicamentos nas diferentes lojas.

Os gestores da rede em questão, assim como os de outras redes varejistas, podem desenvolver modelos práticos para estimar o custo de ruptura de curto prazo de seus produtos em cada loja, determinar a sua importância relativa e adaptar as políticas de estoques de acordo. Os mesmos conceitos podem ser expandidos para incluir os produtos de higiene pessoal e perfumaria das drogarias, ou outros itens.

A viabilização do cálculo do custo de ruptura de curto prazo permite a sua explicitação e consideração no método de definição das políticas de estoques, utilizado pela empresa. Com isso é possível calcular o nível de serviço ótimo para cada produto em cada ponto de venda o que minimiza o custo logístico total.

### **Limitações da Pesquisa**

Neste tópico estão as limitações identificadas na pesquisa. Algumas delas poderiam ter sido evitadas por um melhor planejamento da pesquisa enquanto outras são inerentes ao objeto e ao método utilizado. Quando possíveis, são sugeridas melhorias para pesquisas futuras.

A elaboração do modelo deveria ser executada com uma amostra de dados, seguida de validação por outra amostra. O teste da taxa de acerto contra o critério de chance proporcional deveria ser elaborada com a amostra de controle.

Todas as lojas em que os dados foram coletados estão na cidade de São Paulo e são de grande movimento, que normalmente têm lojas concorrentes próximas. Para complementar o estudo, seria importante fazer a coleta de dados em algumas dessas cidades e em algumas lojas de menor movimento, para dimensionar a influência dessa variável.

Existe uma dificuldade para caracterizar o medicamento específico que o consumidor procurava, considerando todos os atributos do medicamento. Por esse motivo é possível que o consumidor faça uma substituição implícita e não declare a substituição como uma falta quando abordado pelo pesquisador. Esse comportamento reduziria a representatividade das substituições na pesquisa e aumentando erroneamente a probabilidade das outras reações no modelo de estimativa do custo da ruptura.

A amostra das reações à ruptura de estoques sofre de um viés em relação aos consumidores que não se dispuseram a responder ao questionário. Outros possíveis fatores de influência presentes na situação de compra também podem ter provocado distorções na amostragem, como Sensibilidade a preço e Disponibilidade de tempo no momento.

A falta generalizada de um medicamento, que não pode ser encontrado por uma falta de abastecimento da indústria a todas as farmácias, provavelmente é uma variável de

influência relevante sobre a reação do consumidor à ruptura de estoques. Futuras pesquisas de reações a rupturas deveriam tratar desta condição.

## Referências

- AASTRUP, J.; KOTZAB, H. Analyzing out-of-stock in independent grocery stores – an empirical study. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 37, n. 9, p. 765–89, 2009.
- AASTRUP, J.; KOTZAB H. Forty years of out-of-stock research - and shelves are still empty. **The International Review of Retail Distribution and Consumer Research**, v. 20, n. 1, p. 147–164, Fev. 2010.
- ANDERSEN CONSULTING. Where to look for incremental sales: the retail problem of stockout merchandise. **The Coca-Cola Retailing Research Council**, Atlanta, GA, 1996.
- ANDERSON, E. T.; FITZSIMONS, G. J.; SIMESTER D. Measuring and mitigating the costs of stockouts. **Management Science**, v. 52, n. 11, p. 1751-1763, Nov. 2006
- BEARDEN, WILLIAM O. Handbook of marketing scales: multi-item measures for marketing and consumer behavior research 2a ed., Thousand Oaks, C.A.: Sage, 1999.
- BRUNER, GORDON C. **Marketing scales handbook: a compilation of multi-item measures**, Chicago, IL.: American Marketing Association, 1954.
- CAMPO, K.; GIJSBRECHTS, E.; NISOL, P. Towards understanding consumer response to stockouts. **Journal of Retailing** v. 76, n. 2, p. 219-241, 2000.
- CORSTEN, D. S.; GRUEN, T. W.; Stockouts cause walkouts. **Harvard Business Review**, p. 26-28, Mai. 2004.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução: Magda Lopes. Revisão técnica: Dirceu da Silva, 3<sup>a</sup> ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DADZIE, K. Q.; WINSTON, E. Consumer response to stockout in the online supply chain. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 31, n. 12 p. 605-617, 2007.
- EMMELHAINZ, M. A.; STOCK, J. R.; EMMELHAINZ, L. W. Consumer Responses to Retail Stockouts. **Journal of Retailing**, v. 67, n. 2, p. 138-147, 1991.
- FERNIE, J.; GRANT, D. B. On-shelf availability: the case of a UK grocery retailer. **The International Journal of Logistics Management**, v. 19, n. 3, p. 293–308, 2008.
- FITZSIMONS, G. J. Consumer response to stockouts. **Journal of Consumer Research**, v. 27, p. 249-266, Set. 2000.
- GRUEN, T. W.; CORSTEN, D. S. **A comprehensive guide to retail out-of-stock reduction in the fast-moving consumer goods industry**. Food Marketing Institute – National Association of Drug Store Chains, 2008.
- GRANT, D.B.; FERNIE, J. Exploring out-of-stock and on-shelf availability in non-grocery, high street retailing. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 36, n. 8, p. 661–72, 2008.
- GRUEN, T. W.; CORSTEN D. S.; BHARADWAJ, S. Retail stockouts: a worldwide examination of extent, causes and consumer responses. The Food Marketing Institute and CIES. **The Food Business Forum**, 2002.
- HAIR, J. F. Jr.; BLACK W. C.; BABIN B. J.; ANDERSON R. E. **Multivariate Data Analysis**. 7th ed., Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2010.
- LATTIN, J.; CARROL, J. D.; GREEN P. E. **Análise de Dados Multivariados** Tradução: Harue Avritscher. Revisão técnica: Flávio Soares Corrêa da Silva 1<sup>a</sup> ed., São Paulo, S.P.: Cengage Learning, 2010.

- KUCUK, S. U. Reducing the out-of-stock costs in developing retailing sector. **Journal of International Consumer Marketing**, v. 16, n. 3, 2004.
- LAMBERT, DOUGLAS M. The development of an inventory costing methodology: a study of the costs associated with holding inventory. **National Council of Physical Distribution Management**, 1976
- MCKINNON, A.C.; MENDES, D.; NABATEH, M. In-store logistics: an analysis of onshelf availability and stockout response for three product groups. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 10, n. 3, p. 251–268, 2007.
- NAHMIAS, S.; STEPHEN A. S. Optimizing inventory levels in a two-echelon retailer system with partial lost sales. **Management Science**, v. 40, n. 5, p. 582-596; Mai. 1994.
- NATIONAL ASSOCIATION OF FOOD CHAINS E A.C. NIELSEN. The out-of-stock study: a crusade against stockouts. **Progressive Grocer**, v. 47, p. S17-S32; Out./Nov. 1968.
- PAMPEL F. C. **Logistic Regression – A Primer**, Thousand Oaks, C.A.: Sage 2000.
- ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS; ECR - Optimal shelf availability - increasing shopper satisfaction at the moment of truth; **ECR Europe**; 2003.
- SAMPAIO M.; MACHLINE, C. Consumer Response to Stockouts; **POMS 20th annual conference**, Orlando, Fl, 1 a 4 de Maio, 2009.
- SCHARY, P. B.; BECKER, B. W.; The impact of stockout on market share: temporal effects. **Journal of Business Logistics** v. 1, n. 1, p. 31-44, mmm. 1978.
- SCHARY, P. B.; CHRISTOPHER, M. The Anatomy of a Stockout. **Journal of Retailing**, v. 55, n. 2, p. 59-76, 1979.
- SILVER, E. A.; PYKE, D. F., PETERSON, R. Individual items with probabilistic demand. In: **Inventory management and production planning and scheduling**. 3a ed., Hoboken, N.J.: Wiley, 1998. Cap. 7, p. 232-301.
- SLOOT, L. M.; VERHOEF, P. C.; FRANSES; P. H. The impact of brand equity and the hedonic level of products on consumer stockout reactions. **Journal of Retailing** v. 81, n. 1, p. 15-34, 2005.
- TRAUTRIMS, A.; GRANT, D. B.; FERNIE, J.; HARRISON, T. Optimizing on-shelf availability for customer service and profit. **Journal of Business Logistics**, v. 30, n. 2, p. 231-247, 2009.
- VAN WOENSEL, T.; K.; VAN DONSELAAR, K.; BROEKMEULEN, R.; FRANSO, H.; Consumer responses to shelf out-of-stock for perishable products. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 9, p. 704-18, 2007.
- VASCONCELLOS, L. H. R.; SAMPAIO, M. The stock-outs study: an examination of the extent and the causes in the São Paulo supermarket sector. **Brazilian Admnistration Review Anpad**, 2009.
- VERBEKE, W.; FARRIS, P.; THURIK, R.; Consumer response to the preferred brand out-of-stock situation. **European Journal of Marketing**, v. 32, n. 11/12, p. 1008-1028, 1997.
- WALTER, C. K.; GRABNER, J. R. Stockout models: empirical tests in a retail situation. **Journal of Marketing**, v. 39, n. 3, p. 56-68, Jul. 1975.
- XIAOQING, J.; LEWIS, M. Stockouts in online retailing. **Journal of Marketing Research, Local**, 2010.
- ZINN, W.; LIU, P. C. Consumer response to retail stockouts. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 1, p. 49-71, 2001.
- ZINN, W.; LIU, P. C. A comparison of actual and intended consumer behavior in response to retail stockouts. **Journal of Business Logistics**, v. 30, n. 1, pp. 51-72, 2008.
- ZINN W.; MENTZER, J. T; CROXTON, K. L.; Customer-Based Measures of Inventory Availability. **Journal of Business Logistics**, v. 23, n. 2, p. , 2002.