



## VII Congresso de Sistemas LEAN

"Contribuições do Lean à gestão em tempos de crise"

### **Pesquisa de um modelo de previsão de demanda para uma multinacional de produtos químicos do Rio de Janeiro**

**Marcos dos Santos (CASNAV – UFF – SENAI CETIQT) –**

**marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br**

**Maurício Barroso Magno Chaves (UVA) – mauriciobmagno@hotmail.com**

**Carlos Francisco Simões Gomes (UFF) – cfsg1@bol.com.br**

**Fabrício da Costa Dias (UFF) – fcdias@yahoo.com**

**Viviane Viana Sofiste de Abreu (SENAI CETIQT) – vsofiste@gmail.com**

#### **Resumo:**

A falta de precisão no planejamento da demanda dos produtos de uma empresa gera desperdícios tais como compra de insumos em volume errado ou fabricação de quantidade divergente da realidade. Esses erros afetam diretamente o atendimento ao cliente ao se esgotarem os produtos disponíveis para pronta entrega. Dessa forma, este trabalho foi motivado pela busca da melhoria no planejamento da demanda em uma indústria química, com um portfólio de pouco mais de oitocentos produtos diferentes. Como a maioria destes produtos possuem uma demanda regular não representando grandes desperdícios, este estudo foca nos produtos que possuem muitos períodos sem demanda, podendo ter alta ou baixa variação na quantidade demandada. Para realizar esse estudo, foi analisado o histórico de vendas dos produtos oferecidos pela empresa, sendo identificados os de demanda aleatória ou com grandes períodos sem demanda. Posteriormente, três métodos de previsão de demanda foram comparados, média simples, média móvel (utilizado pela empresa) e método de Croston. Através do erro médio absoluto, foi avaliado o melhor método dentre os três estudados e o método de Croston se mostrou superior dentre os oito produtos avaliados.

**Palavras-chave:** Previsão de demanda; Cadeia de suprimentos; Modelos de Previsão; Modelo de Croston.

**Abstract:**

The lack of precision in the planning of the demand of a company's products generates waste such as buying inputs at the wrong volume or manufacturing quantity divergent from reality. These errors directly affect customer service as the products available for immediate delivery run out. Thus, this work was motivated by the search for improvement in the planning of demand in a chemical industry, with a portfolio of just over eight hundred different products. Since most of these products have a regular demand and do not represent large waste, this study focuses on products that have many periods without demand, and may have a high or low variation in quantity demanded. In order to carry out this study, we analyzed the sales history of the products offered by the company, being identified those of random demand or with large periods without demand. Subsequently, three methods of forecasting demand were compared, simple average, moving average (used by the company) and Croston method. By means of the absolute mean error, the best method among the three studied was evaluated and the Croston method was superior among the eight evaluated products.

**Keywords: Demand; Supply Chain; Management; Forecasting Models; Croston Model**

**1. Introdução**

Prever o comportamento do mercado consumidor é uma tarefa das mais difíceis de executar. Por isto, empresas que possuem uma alta diversidade de produtos em seu portfólio convivem com problemas relacionados a gestão de estoque, previsão de demanda e planejamento e controle da produção (PCP). Sendo assim, a gestão da demanda em cadeia de suprimentos é cada vez mais utilizada dentro das corporações devido a necessidade de adequação e rapidez que o mercado exige.

Para Ballou (2006), o termo “gestão da cadeia de suprimentos” é relativamente novo e capta a essência da logística integrada e a ultrapassa, tendo sido proposto pela primeira vez na literatura na década de 80. E, para Tubino (2009), a principal informação utilizada pelo PCP para elaborar os seus planejamentos é a previsão de demanda.

Novaes (2007) expõe que a previsão da demanda está necessariamente sujeita a erros, por envolver acontecimentos futuros e macro ambientais. Sendo assim, a acurácia de uma previsão está relacionada à possibilidade do método estimar valores futuros (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Previsões mais assertivas impactam em uma operacionalização eficiente da produção e serviços, permitindo que melhores serviços sejam oferecidos aos clientes, informações mais



precisas de consumo de insumos aos seus fornecedores e um melhor planejamento das estratégias internas (KOTLER, 1991; MOON et. al., 1998; KAHN, 2002).

Os modelos de previsão de demanda podem ser classificados em modelos de abordagens quantitativas e qualitativas. (MONTGOMERY; JOHNSON; GARDINER, 1990)

Os métodos qualitativos são mais indicados quando os dados são insuficientes ou inadequados para processar uma análise quantitativa. (ARCHER, 1980)

Já para Armstrong (1983) os métodos quantitativos são sequências de análises realizadas por meio de equações e fórmulas matemáticas baseados em estruturas rígidas.

Neste contexto esta pesquisa propôs um estudo em uma indústria química, afim de identificar quais produtos possuíam demanda aleatória para, em seguida, aprofundar o conhecimento dessas demandas e confrontar o modelo utilizado pela empresa com o modelo proposto por Croston (1972) e por fim propor um modelo de previsão de demanda mais aderente às demandas variáveis.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### *2.1. Logística*

A logística abrange as atividades de movimentação e armazenagem, facilitando o fluxo dos materiais e de serviços, desde o ponto de aquisição dos insumos até a entrega do produto acabado ao cliente final. Além disso, auxilia no fluxo de informações que colocam os produtos em movimento, com o objetivo de providenciar níveis de serviço satisfatórios a um custo razoável. (BALLOU, 2006).

Ballou (2006) separa as atividades logísticas em atividades primárias (transporte, manutenção de estoque e processamento de pedidos) e atividades de apoio (armazenagem, manuseio de materiais, compras, embalagem, planejamento e manutenção de informações).

As atividades primárias, conforme Ballou (2006), representam a maior parte dos custos ou são essenciais na coordenação e no cumprimento da tarefa logística. Já as atividades de apoio servem como base para a realização das atividades primárias.

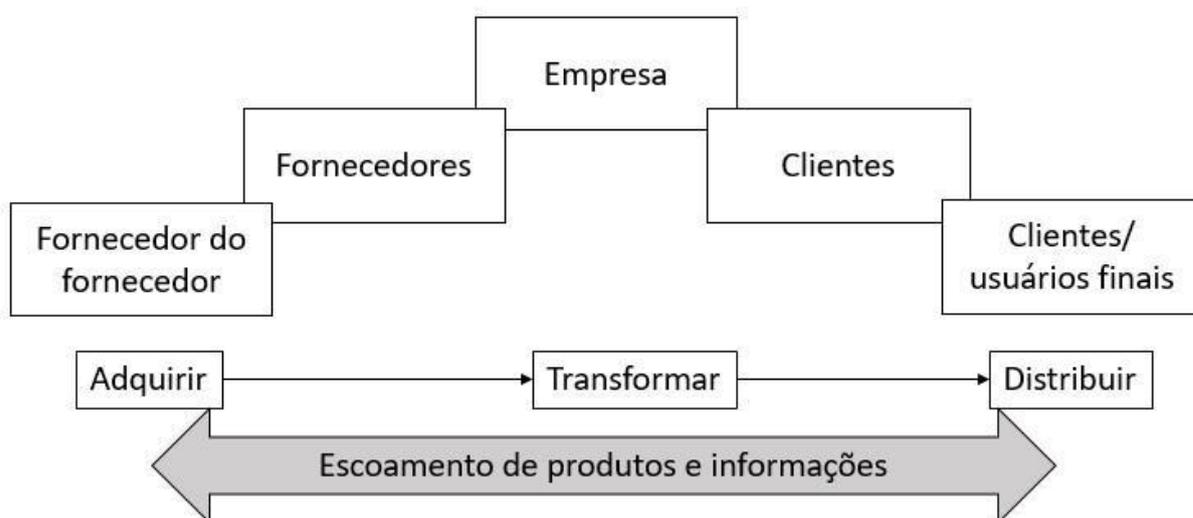
### *2.2. Gestão da Cadeia de Suprimentos*



Para o Global Supply Chain Forum (GSCF) a gestão da cadeia de suprimentos, também chamada de Supply Chain Management (SCM), significa a integração dos principais processos de negócios que produzem produtos, serviços e informações através de uma cadeia de suprimento que agrega valor para os clientes e para os stakeholders. (LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998).

Para Novaes (2007), o gerenciamento da cadeia de suprimentos é a integração dos processos industriais e comerciais partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais[...]. Esse fluxo se dá em ambas as direções entre as organizações envolvidas e Ballou (2006) apresenta uma estrutura que resume o escopo da cadeia de suprimentos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Escopo da cadeia de suprimento moderna



Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Mentzer e Moon (2004) identificaram que a gestão da demanda, como também o próprio conceito de demanda, não são bem compreendidos pelos agentes da cadeia de suprimentos. Além disso, definem a gestão da cadeia de suprimentos como a coordenação sistêmica e estratégica das funções tradicionais e táticas de negócio dentro de uma empresa e entre empresas ao longo da cadeia de suprimentos.

### 2.3. Gestão da Demanda

Pires et. al. (2001) afirmam que a gestão de demanda é o processo de negócio que mais tende a se destacar dentro das empresas, por características próprias do mercado brasileiro. Já para Chase e Aquilano (1995) e Vollmann et. al. (1997), esse processo apresenta vital



importância para as empresas, já que tem a função de coordenar e controlar todos os elementos de demanda, de forma que o sistema produtivo possa ser utilizado de maneira eficiente e as datas de entregas dos produtos possam ser atendidas.

O resultado das decisões sobre a demanda influencia diretamente nos outros processos da empresa. Dessa forma, são necessárias técnicas e ferramentas que permitam análises e auxiliem nas tomadas de decisões.

É sabido que a gestão da demanda não pode ser considerada um processo isolado ou uma atividade resumida à previsão de vendas. Com isso, um conceito mais abrangente deve ser defendido e envolve a criação de sinergias entre as áreas operacionais e de marketing com o objetivo de compreender o mercado e desenvolver ações sincronizadas com a estratégia da empresa, capacidade produtiva e atendimento das necessidades do consumidor final [...]. (HILLETOTH; ERICSSON; CHRISTOPHER, 2009)

#### 2.4. Classificação da Demanda

Segundo o método de classificação elaborado por Syntetos et. al (2005), os itens são classificados em quatro categorias, que são definidas como: (1) Regular, que são itens com alto giro e com baixa variação de quantidade; (2) Intermitente, que são itens com períodos sem demanda e com baixa variação de quantidade; (3) Errático, são os itens com alto giro e com alta variação de quantidade; e finalmente (4) Irregular, que são os itens com muitos períodos sem demanda e com alta variação de quantidade.

Para isso, são calculados os intervalos médios entre as demandas (ADI – Average Demand Interval) e o coeficiente de variação (CV), conforme demonstrado abaixo:

- Intervalo médio entre as demandas (ADI):

$$ADI = \frac{\text{Número de períodos sem demanda}}{\text{Número de períodos com demanda}} \quad (1)$$

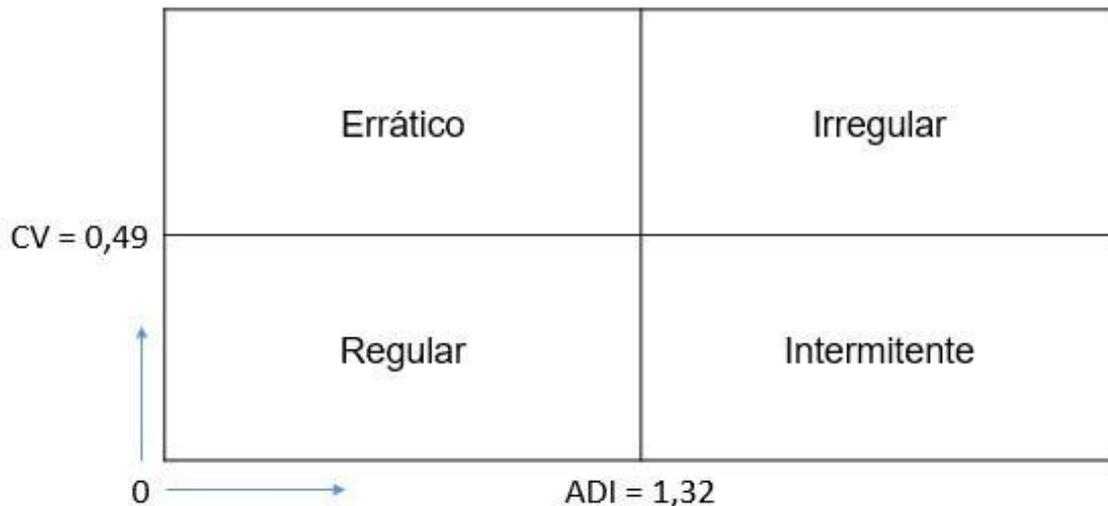
- Coeficiente de variação (CV):

$$CV = \frac{\text{Desvio padrão}}{\text{Média dos dados}} \quad (2)$$



Com os valores do intervalo médio entre as demandas (ADI) e o coeficiente de variação (CV), pode-se identificar a categoria em que um produto se encontra, conforme demonstrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Classificação de demanda



Fonte: Adaptado de Syntetos et. al (2005)

### 2.5. Previsão de Demanda

É uma função de troca entre a produção e o mercado, onde a demanda é administrada, realizadas as previsões de demanda no curto, médio e longo prazo e aplicadas as técnicas de previsão de demanda através do histórico de vendas ou percepções de mercado. Através das informações da demanda e dos pedidos efetivamente recebidos que a empresa vai saber como a produção deve ser planejada. (TUBINO, 2009)

O processo de previsão de demanda é um processo que utiliza análises quantitativas e qualitativas. Os métodos quantitativos utilizam dados históricos (series temporais) em modelos estatísticos para prever a demanda em períodos futuros. Por outro lado, os métodos qualitativos baseiam-se na opinião de especialistas que possam interpretar as variáveis ambientais e projetar a demanda futura de forma subjetiva. A combinação de técnicas objetivas e subjetivas pode ser uma alternativa interessante para a otimização do desempenho de modelos de previsão de demanda (WEBBY; O'CONNOR,1996 apud WERNER; RIBEIRO, 2006).



De acordo com Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), a previsão com o uso de métodos quantitativos pode ser aplicada quando: (1) as informações sobre o passado da variável a ser analisada estão disponíveis; (2) as informações possam ser quantificadas em termos matemáticos; e (3) seja possível assumir que alguns aspectos do padrão verificado no passado continuarão a existir no futuro. Esta última colocação é também conhecida com pressuposto da continuidade.

A previsão pode ocorrer de duas maneiras distintas: (1) através da análise de séries temporais ou extrapolação, ou (2) através do uso de métodos causais. (THOMAS, 1996)

Métodos quantitativos são rígidos e consistentes, sendo possível utilizá-los para grandes volumes de dados. Eles diferem entre si quanto ao nível de complexidade, facilidade de uso e análise subjetiva requerida (SANDERS, 1997)

#### *2.5.1. Previsão de Demanda*

A média móvel é uma técnica de previsão que altera a influência dos valores passados de uma série na projeção futura. Consiste no cálculo da média dos valores mais recentes: a cada período, o valor mais antigo é substituído pelo mais recente, assim modificando a média (MORETTIN & TOLOI, 2006)

#### *2.5.2. Suavização Exponencial*

Os modelos de suavização exponencial consistem em uma atribuição de um peso para cada valor da série temporal, de forma que os valores mais recentes recebem ponderações maiores. (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2001). Segundo Makridakis et. al. (1998), estes modelos têm como principal vantagem a simplicidade e o baixo custo, fatores que levam estas técnicas a serem constantemente utilizadas, mesmo que outras técnicas mais sofisticadas possam apresentar uma maior acurácia.

#### *2.5.3. Modelo de Croston*

Croston (1972), propôs um método de suavização exponencial que separa a estimação dos intervalos entre demandas do volume demandado em cada período. Sendo desenvolvido para ser aplicado em casos em que existam valores nulos na série temporal (demanda intermitente).

O método de Croston é dado pelas seguintes equações:



- Para períodos sem demanda,  $y_t = 0$ ,  $y_t = 0$ , logo:

$$p_t = p_{t-1};$$

$$z_t = z_{t-1}; \text{ e}$$

$$q = q+1$$

- Para períodos com demanda  $y_t \neq 0$ ,  $y_t \neq 0$ , logo:

$$p_t = p_{t-1} + \alpha (q - p_{t-1});$$

$$z_t = z_{t-1} + \alpha (y_t - z_{t-1}); \text{ e}$$

$$q = 1$$

- Dessa forma, a equação da demanda estimada é:

$$y^* = \frac{z_t}{p_t} y^* = \frac{z_t}{p_t};$$

Onde:

$y_t$ : Demanda de um item no tempo T;

$q$ : Intervalo de tempo desde a última demanda;

$p_t$ : Estimativa de Croston de intervalo médio entre transações;

$\alpha$ : Parâmetro de suavização entre 0 e 1;

$z_t$ : Estimativa de Croston do tamanho médio da demanda;

$y^*$ : Previsão da demanda.

Para Croston (1972), as melhores previsões ocorrem quando a constante de suavização consta entre os valores:  $0,1 \leq \alpha \leq 0,3$ . Sendo que, valores entre 0,2 e 0,3 recomendados para itens não estacionários e valores entre 0,1 e 0,2 para itens estacionários.

## 2.6. Avaliação de Desempenho e Média dos Erros

Segundo Lindberg e Zackrisson (1991), os quatro maiores problemas associados com o uso de previsões no apoio à tomada de decisões são: (1) a incerteza sobre o futuro; (2) a escolha do método aplicado para gerar a previsão; (3) a qualidade e confiabilidade dos dados; e (4) a interpretação correta da previsão.



### 2.6.1. Erro Médio Absoluto

De acordo com Moreira (2001), os valores do EMA auxiliam na escolha do modelo de previsão mais apropriado, pois quanto menor for o seu valor, maior será a sua acurácia, sendo

definida pela equação: 
$$EMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - Y_i^*|}{n}$$

### 2.6.2. Erro Médio Quadrático (EMQ)

No EMQ, os maiores desvios resultam em um peso maior para a média, enquanto os resultados mais baixos resultam em um menor erro, e é definido pela seguinte equação:

$$EMQ = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_i^*)^2}{n}$$

Dessa forma, valores do EMA e EMQ pequenos, revelam uma previsão próxima da demanda real demonstrando que o modelo praticado proporciona previsões acuradas.

## 3. Estudo de Caso

Esta pesquisa pretendeu investigar as características importantes para o estudo e analisar os resultados obtidos através do cálculo dos métodos de previsão de demanda de Croston e comparar com o método de média móvel utilizado pela empresa.

### 3.1. Apresentação da empresa e do setor em estudo

O estudo de caso foi realizado em uma grande empresa nacional do ramo químico, com alcance internacional, que possui em seu portfólio aproximadamente 800 produtos ativos. Por questões de confidencialidade, a empresa receberá o nome fictício de MAGNÓLIA.

O estudo tem foco na avaliação da demanda de produtos fabricados ou importados e comercializados pela MAGNÓLIA. Entre os produtos levantados existem importados e nacionais. Enquanto estes são fabricados na planta, aqueles têm origem dos EUA, França, Japão o tempo de espera entre o pedido com o fornecedor até a sua chegada pode ser de dois a três meses.

### 3.2. Modelo atual da previsão de demanda



O modelo de previsão de demanda utilizado pelo setor de planejamento da MAGNÓLIA para o gerenciamento dos seus estoques é o mesmo para todos os itens de seu portfólio, não havendo uma análise particular para adequação à cada produto.

Para planejar a previsão de demanda dos itens, a empresa utiliza o modelo de média móvel ponderada elaborado em uma planilha do EXCEL®, levando em consideração o volume de vendas realizados nos últimos dois meses. Sendo a previsão de demanda do próximo mês gerada por 60% do mês anterior e 40% do mês anterior a ele, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Método utilizado pela empresa para calcular a demanda

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Histórico de Vendas				Previsão de Vendas		
2	Produto	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17
3	Exemplo 1	8.510	8.497	8.465	7.017	$=(0,6*E3)+(D3*0,4)$	7.365	10.108
4	Exemplo 2	47	27	46	28	35	32	55
5	Exemplo 3	34	28	24	29	27	28	36
6	Exemplo 4	2	0	3	1	2	1	2

Fonte: Autores (2017)

Para produtos que possuem uma baixa variação no volume de vendas, o modelo de média móvel adotado pela empresa se torna adequado. Se um produto ficar dois meses sem receber pedidos, a previsão de demanda do mesmo para o próximo mês é zerada, gerando vendas perdidas ou um replanejamento da programação da produção. Quando as vendas são aleatórias e intervaladas, o modelo atual tende a ter uma baixa taxa de aderência.

### 3.3. Modelo Proposto

Afim de encontrar o método de previsão que forneça maior acurácia para produtos com demanda aleatória, foram utilizados dois métodos para confrontar o oficial: o método de Croston e o método de previsão de média simples dos últimos 6 meses de vendas.

Para gerenciar o estoque de produtos com demanda aleatória, foram coletados o histórico de vendas dos itens comercializados no período de 01/11 à 12/16.

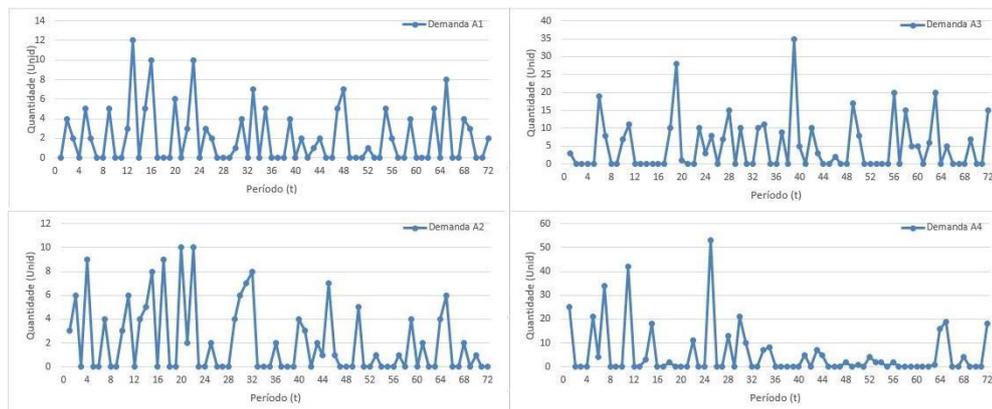
Para selecionar os produtos com demanda variável, foram considerados somente aqueles que possuíam demanda ativa durante no mínimo 4 e no máximo 8 meses por ano, o que gerou uma amostra de 314 itens, que representa 39,25% dos itens comercializados pela empresa. Nesta amostragem, foi gerada uma curva ABC de custo, onde 62 itens foram classificados na curva A, representando 80% do custo total da amostra estudada.



Porém, devido ao tempo reduzido para a pesquisa, optou-se por estudar apenas os 8 primeiros itens da curva A, pois estes, juntos, representavam o maior valor agregado entre 62 itens classificados na categoria A.

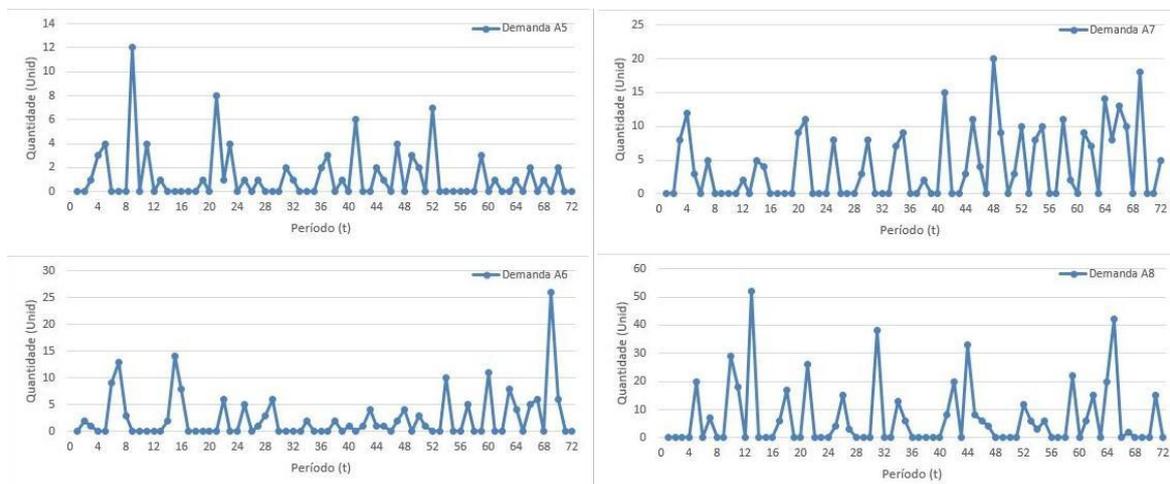
As séries temporais das demandas dos itens selecionados têm início em janeiro de 2011 e finalizam em dezembro de 2016, somando 72 meses de estudo conforme apresentado nas Figuras 4 e 5.

**Figura 4 - Método utilizado pela empresa para calcular a demanda**



Fonte: Autores (2017)

**Figura 5 - Análise do histórico de vendas dos produtos A5 à A8**



Fonte: Autores (2017)

Pelo histórico de vendas dos produtos, pode-se notar que existiram muitos períodos sem demanda. Para descobrir as características de cada demanda, deve-se calcular os valores de



Average Demand Interval (ADI), que é o intervalo médio entre demandas, e os valores de coeficiente de variação (CV), conforme apresentado na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1 – Classificação da demanda**

Produto	ADI	CV	Classificação da demanda
A1	1,18	1,42	Errático
A2	1,12	1,39	Errático
A3	1,18	1,51	Errático
A4	1,48	2,04	Irregular
A5	1,06	1,33	Errático
A6	1,18	1,79	Errático
A7	1,06	1,30	Errático
A8	1,32	1,68	Irregular

Fonte: Autores (2017)

Pode-se verificar na tabela 1, que dentre os oito produtos estudados, seis possuem demanda errática (alta variação na quantidade demandada) e dois possuem uma demanda irregular (alta variação na quantidade e muitos períodos sem demanda).

#### 3.4. Modelo de Previsão de demanda

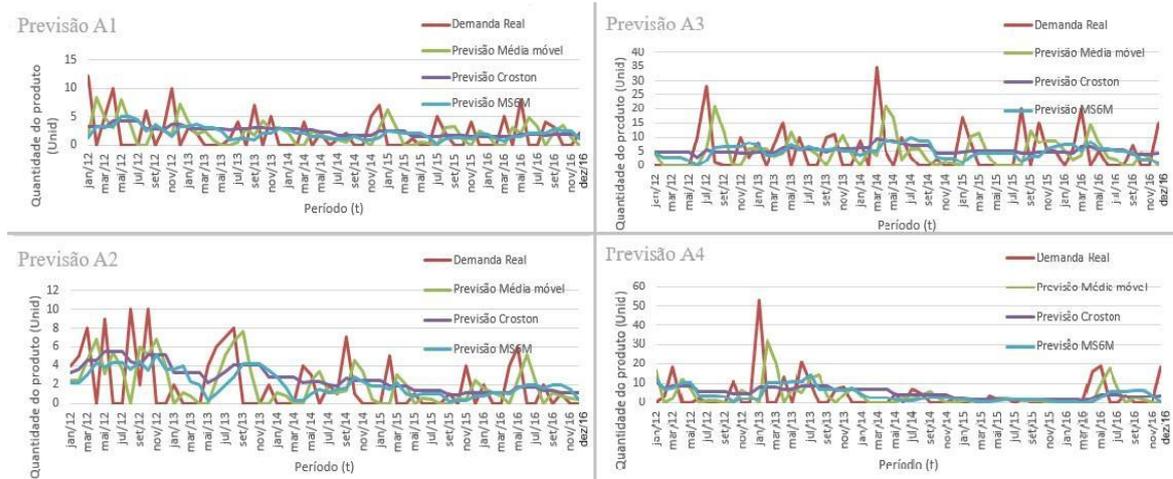
O software Excel® gerou os modelos de média móvel, média simples dos últimos 6 meses (MS6M) e o modelo de Croston. Para o modelo de Croston, foi necessário estimar um  $\alpha$  que fornecesse o melhor resultado, minimizando os erros de previsão.

O histórico contém setenta e dois meses e foi separado em duas partes, de janeiro de 2011 até dezembro de 2011 e de janeiro de 2012 até dezembro de 2016. A primeira, com doze meses, foi utilizada para que cada modelo se ajustasse à demanda. A segunda, com 60 meses, foi utilizada para os modelos de previsão e para calcular os erros relacionados a cada método.

Considerando o  $\alpha$  ideal aplicado no modelo de Croston, são apresentadas nas Figuras 6 e 7 as representações gráficas da previsão dos três métodos e a demanda real por produto.

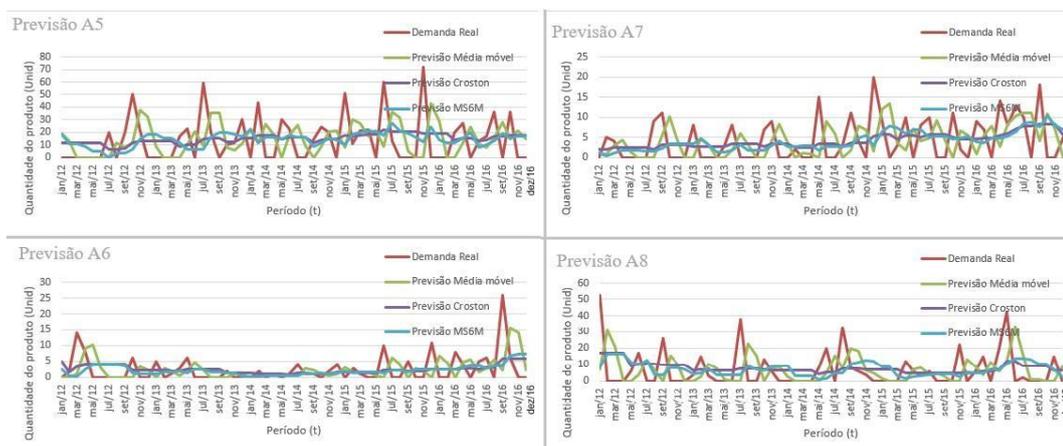


**Figura 6 - Previsões mensais dos produtos A1 à A4**



Fonte: Autores (2017)

**Figura 6 - Previsões mensais dos produtos A1 à A4**



Fonte: Autores (2017)

Pelo tipo de demanda analisada, com grandes intervalos sem procura as curvas geradas pelos modelos MS6M, média móvel e Croston, não acompanham a curva da demanda real. Assim, deve-se analisar os erros das previsões e realizar a escolha do modelo mais assertivo.

### 3.4. Cálculo do erro de previsão

Foi analisada a performance de cada modelo através do erro médio absoluto (EMA) por tratar de dados de períodos sem demanda. A Tabela 2 apresenta as médias mensais do erro médio absoluto dos 3 modelos.

**Tabela 2 – Média mensal dos erros de previsão**

Produto	Ano	EMA		
		Média móvel	Croston	MS6M
A1	2012	5,283	4,065	4,653
	2013	2,2	2,265	2,389
	2014	1,917	2,033	1,889
	2015	2,283	1,839	2,042
	2016	2,9	2,133	2,278
A2	2012	4,9	3,958	4,333
	2013	2,3	3,047	3,569
	2014	2	2,03	2,056
	2015	1,633	1,55	1,444
	2016	1,833	1,523	1,681
A3	2012	6,783	6,211	6,542
	2013	6,55	5,269	5,194
	2014	8,4	6,509	7,097
	2015	6,75	5,961	6,556
	2016	6,4	5,433	5,861
A4	2012	6,767	6,704	6,306
	2013	15,167	9,484	10,389
	2014	2,233	4,123	2,819
	2015	1	1,514	1,236
	2016	6,4	5,469	6,833
A5	2012	13,633	13,454	13,944
	2013	15,533	12,705	15,222
	2014	18,4	13,712	14,722
	2015	26,8	20,288	22,361
	2016	17,167	13,735	14,528
A6	2012	3,467	4,035	4,125
	2013	2,2	2,001	1,889
	2014	1,367	1,029	1,042
	2015	4,05	2,85	3,139
	2016	7,25	4,571	5,069
A7	2012	3,467	3,359	3,5
	2013	4,533	3,484	3,639
	2014	6,567	4,5	4,972
	2015	6,333	4,377	4,708
	2016	6,75	5,373	6,083
A8	2012	15,633	13,571	13,958
	2013	11,067	7,798	7,917
	2014	8,1	7,322	8,806
	2015	5,367	5,742	6,194
	2016	11,967	10,048	11,153

Fonte: Autores (2017)

Contudo, observa-se na Tabela 2 que em alguns casos o modelo de Croston perde para os modelos de média móvel e média simples (MS6M) mas no somatório, ele supera, garantindo uma melhor performance no longo prazo. A tabela 3 comprova tal afirmação.

**Tabela 3 – Média anual dos erros de previsão**

Produto	Erro Médio Absoluto		
	Média móvel	Croston	MS6M
A1	2,917	2,467	2,65
A2	2,84	2,445	2,586
A3	2,86	2,602	2,822
A4	2,877	2,601	2,856
A5	2,747	2,544	2,736
A6	2,533	2,422	2,617
A7	2,91	2,872	3,058
A8	3,76	3,317	3,383

Fonte: Autores (2017)

Conforme a tabela 3, o método de Croston obteve o menor erro médio absoluto em todos os produtos, garantindo um melhor atendimento ao cliente e reduzindo desperdícios, tal como o estoque excessivo no armazém.

#### 4. Conclusões

A escolha do melhor método de previsão, foi realizado através da análise dos erros. Para tal, foi utilizado o erro médio absoluto (EMA) como critério de escolha pois através dele, os métodos podem ser facilmente confrontados.

Comparando os métodos de previsão analisados (Média Móvel, Modelo de Croston e Média Simples) percebe-se que o de Croston foi responsável por gerar menores valores do EMA. Assim, pode-se concluir que é o método mais indicado dentre os analisados para realizar as previsões de demanda com maior assertividade.

A aplicação do método de Croston poderá melhorar o atendimento de pedidos de produtos que possuem grandes intervalos entre demandas e alta variação de volume, garantindo um melhor nível de atendimento ao cliente e reduzindo a quantidade disponível no armazém.

#### REFERÊNCIAS

- ARCHER, B. Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques – **International Journal of Tourism Management** – v. 1, n. 1, p. 5-12, 1980.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ta. Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.



- CHASE, R. B.; AQUILANO, N. J. **Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones** – Cidade do México: McGraw-Hill, 1995.
- CROSTON, J. D. **Forecasting and Stock Control for Intermittent Demand**. *Operational Research Quarterly*, v. 23-3, p. 289-303, 1972.
- HILLETOFTH, P.; ERICSSON, D.; CHRISTOPHER, M. **Demand chain management: a Swedish industrial case study**. *Industrial Management & Data Systems* – v. 109, n. 9, p. 1179-1196, 2009.
- KAHN, K. An Exploratory Investigation of New Product Forecasting Practices. *The Journal of Product Innovation Management* – v. 19, n. 2, p. 133-143, 2002.
- KOTLER, P. **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control** –New Jersey: Prentice-Hall, 1991.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, v. 9, n. 2, 1998.
- LINDBERG, E; ZACKRISSON, U. Deciding about the Uncertain: The Use of Forecasts as an Aid to Decision-making. *Scandinavian Journal of Management*. V. 7, n. 4, p. 271-283, 1991.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. **Forecasting: Methods and Applications** – 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MENTZER, J. T.; MOON, M. A. Understanding demand. *Supply Chain Management Review* – v. 8, n. 4, p. 38-45, 2004.
- MONTGOMERY, D.; JOHNSON, L.; GARDINER, J. **Forecasting and Time Series Analysis** – New York: McGraw-Hill, 1990.
- MOON, M.; MENTZER, J.; SMITH, C.; GARVER, M. Seven Keys to Better Forecasting. *Business Horizons* – v. 41, n. 5, p. 44-52, 1998.
- MOREIRA, D. M. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação** – 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- PELLEGRINI, F. R; FOGLIATTO, F. S. **Passos para implementação de sistemas de previsões de demanda: técnicas e estudo de caso**. *Revista Produção*, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.
- PIRES, S.R.I.; BREMER, C.F.; AZEVEDO, R.C.; NASCIUTTI, A.C.; SANTA EULÁLIA, L.A. A reference model and a case study in demand management. **In: International Conference of The Production and Operations Management Society** – Guarujá, 2001.
- SANDERS, N.R. The Status of Forecasting in Manufacturing Firms. *Production and Inventory Management Journal* - v.38, n.2, p.32-36, 1997.
- SYNTETOS, A. A., BOYLAN, J. E., CROSTON, J. D. On the categorization of demand patterns. *Journal of the Operational Research Society*, 56, p. 495-503, 2005
- THOMAS, R. J. Estimating demand for services: issues in combining sales forecasts. *Journal of Retailing and Consumer Services*, n. 3, p. 241-250, 1996.
- TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática** – 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. **Manufacturing Planning And Control Systems**. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1997.
- WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Modelo Composto para prever demanda através da integração de previsões. *Revista Produção*, n. 16, p. 493-509, 2006.