

Estudo de previsão da demanda através da Cadeia de Markov: Proposta de aplicação em uma empresa de papel e celulose

Study of demand forecast by Markov chain: proposed application in a pulp and paper company

Rafael Denis de Lima RODRIGUES [1](#); Eduardo Guy Perpétuo BOCK [2](#); José Carlos JACINTHO [3](#); Sergio Luiz KYRILLOS [4](#); Ridnal João do NASCIMENTO [5](#)

Recibido: 28/07/16 • Aprobado: 12/08/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Revisão da Literatura](#)
 - [3. Análise e Resultados](#)
 - [4. Considerações Finais](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

Toda organização seja ela de cunho industrial ou de serviços necessita traçar estratégias para que seu negócio seja rentável; normalmente estas estratégias são resultados de previsões, sendo a previsão de demanda a principal, onde se desdobrará o planejamento estratégico da organização. Dessa forma, a previsão de demanda garante um melhor apoio à tomada de decisões e conseqüentemente permite um planejamento estratégico mais seguro para a organização. Este estudo tem por objetivo discutir a previsão de demanda através de uma cadeia de Markov entre três mercados-clientes de papel tipo Kraft que são: o mercado que comercializa além das fronteiras estabelecidas, em geral a fronteira se estabelece pela moeda local, conhecido como mercado externo; o mercado que comercializa dentro das fronteiras estabelecidas, é conhecido como mercado interno e a convertidora que se define como área de negócio do mesmo grupo da organização, porém transforma

ABSTRACT:

Any organization be it industrial or service oriented need to plot strategies to your business is profitable; Typically these strategies are forecast results, being the main demand forecast, where will unfold the strategic planning of the organization. Thus, the forecast demand ensures better support to decision-making and therefore allows a strategic planning safer for the organization. This study aims at discussing the demand forecast through Markov chain among three markets-customers type Kraft paper: the market that trades across borders established, in general the border established by the local currency, known as the external market; the market that trades within the borders established, is known as the internal market and the converter that is defined as a business area within the same group, but transforms coils of paper into corrugated paper boxes and paper bags for marketing.

Keywords: Markov chain, paper and cellulose enterprise, Brazil

1. Introdução

Toda organização seja ela de cunho industrial ou de serviços necessita traçar estratégias para que seu negócio seja rentável; normalmente estas estratégias são resultados de previsões, sendo a previsão de demanda a principal, onde se desdobrará o planejamento estratégico da organização. Dessa forma, a previsão de demanda garante um melhor apoio à tomada de decisões e conseqüentemente permite um planejamento estratégico mais seguro para a organização. Este estudo tem por objetivo discutir a previsão de demanda através de uma cadeia de Markov entre três mercados-clientes de papel tipo Kraft que são: o mercado que comercializa além das fronteiras estabelecidas, em geral a fronteira se estabelece pela moeda local, conhecido como mercado externo; o mercado que comercializa dentro das fronteiras estabelecidas, é conhecido como mercado interno e a convertedora que se define como área de negócio do mesmo grupo da organização, porém transforma bobinas de papel em caixas de papel ondulado e sacos de papel para comercialização.

2. Revisão da Literatura

De acordo com Frazier, Gaither (2002), a gestão da produção é um sistema capaz de gerenciar a transformação de insumos em produtos e ou serviços em uma organização, realizando melhorias contínuas nos processos que englobam a operação, buscando sempre por uma alta eficiência dos recursos produtivos, como forma de maximizar o rendimento operacional. As principais atividades da gestão da produção são o planejamento, a programação e o controle da produção. Segundo Slack et al (2009), as atividades do planejamento e controle da produção (PCP) estão sujeitas à limitações de custos, capacidade, tempo e qualidade, e que nestas circunstâncias cabe ao PCP analisar e definir as necessidades de recursos para um período de produção. Porém estes períodos devem ser analisados de forma contínua, pois a gerência da produção deve obter uma noção da situação presente, de uma perspectiva para o futuro e uma definição dos objetivos pretendidos, mantendo assim, uma estratégia equilibrada em todos os horizontes do planejamento conforme figura 1. Segundo Slack et al (2009) o planejamento de médio prazo se objetiva em planejar detalhadamente ou replanejar, se necessário o plano estratégico da organização. A alimentação dos dados do planejamento agregado se dá por meio de consolidações de informações das áreas de planejamento estratégico, marketing, vendas e planejamento programação e controlada produção.

Horizonte do Planejamento	Unidades de medida		Descrição
Longo prazo (anos)	Linhas de produtos	Planejamento de capacidade de longo prazo	Diretor de operações realiza planos de longo prazo como: Instalações de novas fabricas e ou equipamentos, planos para grandes fornecedores
Médio prazo (6 - 18 meses)	Famílias de produtos	Planejamento agregado	Gerente de operações realiza planos de médio prazo como: gerencia de demanda, gerencia de estoque, contratações de pessoal e fornecimento de material
Curto prazo (semanas à meses)	Produto específico	Programa mestre de produção	Gerente de operações realiza planos de curto prazo como: cronograma de produção, cronograma de compra de materiais

Podemos dizer que, o planejamento agregado avalia à médio prazo a demanda global e planeja cenários para que a produção atenda as demandas de produtos de forma desagregada e homogênea.

Como ferramenta para a execução do planejamento agregado podemos citar o *Sales and Operation Planning-S&OP*, que é um processo que tem o objetivo de eliminar as lacunas existentes entre os departamentos de Marketing e Manufatura além de propor o balanceamento da demanda. (LINARES, 2004).

De acordo com Linares (2004) o S&OP é um processo integrado de decisão no planejamento, formado por uma equipe executiva que propõe o alinhamento de todos os planos funcionais de toda a cadeia de suprimentos, que revê regularmente a demanda dos clientes, a demanda de suprimentos e conseqüentemente o horizonte do planejamento da organização. (Corrêa, Giansesi, Caon 2001 apud Linares, 2004).

De acordo com Corrêa, Giansesi, Caon (2001) o S&OP apresenta etapas práticas para a execução de seu planejamento através de 5 fases executadas mensalmente conforme figura 3. Ao término de cada mês, a comissão de S&OP deve se reunir para iniciar a fase de levantamento de dados (fase 1), que consiste em atualizar a base de dados contendo as vendas reais, volume de produção real, níveis de estoque de produto acabado e de matéria prima. (TOLEDO, 2011).

A fase de planejamento de demanda (fase 2) pretende determinar através de previsões estatísticas (produto gerado na fase 1) um plano de vendas, indicando o que a organização está disposta a oferecer e em qual região/mercado está mais propensa a oferecer o produto. (CORRÊA, GIANESI, CAON, 2001).

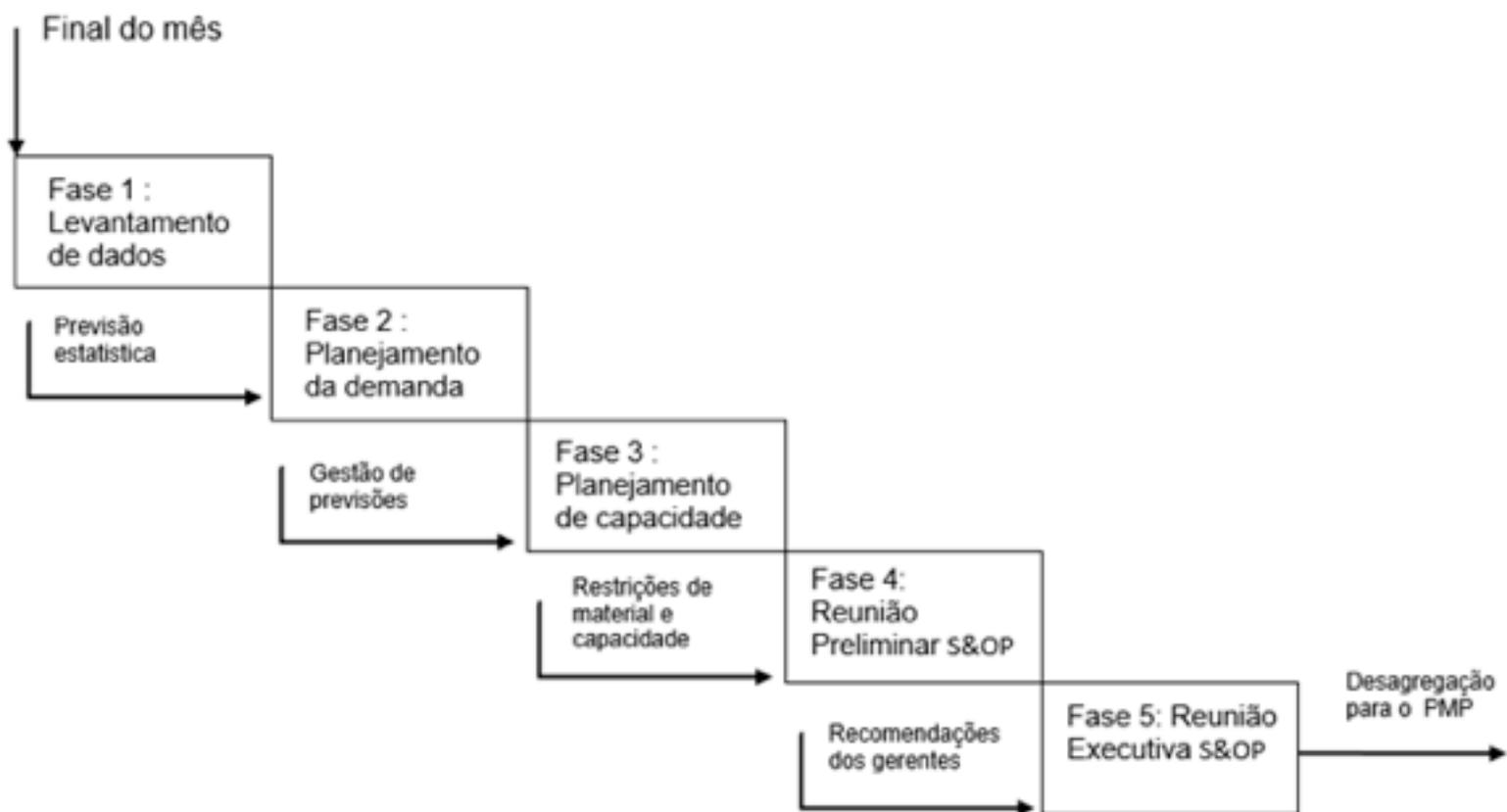


Figura 2 - Fluxograma simplificado do processo de S&OP.
Fonte: Adaptado Wallace (2004).

A fase de planejamento de capacidades (fase 3) consiste em determinar um ou mais planos alternativos de produção que possam dar suporte ao planejamento de demanda (produto gerado na etapa anterior). (CORRÊA, GIANESI, CAON 2001).

A reunião preliminar de S&OP (fase 4) tem como objetivo tomar decisões referentes ao

equilíbrio entre demanda e suprimentos, solucionar problemas e incoerências, eliminando o maior número de tratativas para serem realizadas na fase 5. (WALLACE, 2004).

A quinta e última fase é a reunião executiva de S&OP, que tem o objetivo de tomar as decisões referentes a cada família de produtos, revisar os indicadores de performance relacionados ao nível de serviço entregue ao cliente e as questões referentes aos novos produtos e possíveis correções no S&OP e no plano de negócio da organização. (WALLACE, 2004).

As técnicas de previsões podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas qualitativas e quantitativas. (TUBINO, 2008).

As técnicas qualitativas, por serem mais rápidas de se preparar, são utilizadas quando não se obtém tempo suficiente para coletar e analisar os dados, ou quando há inserção de novos produtos no mercado, ou ainda quando o cenário político-econômico for muito instável fazendo que os dados fiquem rapidamente obsoletos. Porém as previsões qualitativas podem ser empregadas em conjunto com as previsões quantitativas, pois questões estratégicas para a organização não se deve decidir apenas em cima de dados originados de um modelo matemático. (TUBINO, 2008).

As técnicas quantitativas objetivam analisar os dados aplicando modelos matemáticos adotados para obter a previsão. As técnicas quantitativas podem ser divididas em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais ou projeções, e as técnicas baseadas em correlações. (TUBINO, 2008).

De acordo com Tubino (2008), as técnicas baseadas em séries temporais procuram modelar matematicamente a previsão relacionando os dados históricos do produto com o tempo, enquanto as técnicas baseadas em correlações procuram associar os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis. E suas principais técnicas são a média móvel, suavização exponencial e regressão linear.

A média móvel utiliza dados de um número predeterminado de períodos, geralmente os mais recentes da série histórica para gerar a previsão, e em cada nova observação de um novo dado real se faz uma nova média. Uma vantagem é que estes pequenos períodos permitem uma maior reação a mudanças da demanda, enquanto grandes períodos tratam a média de forma mais homogênea. A desvantagem é que este modelo não identifica tendências e sazonalidades. (TUBINO, 2008)

A suavização exponencial segundo Almeida (2010), traz uma alternativa à questão dos pesos iguais atribuídos aos períodos pela média móvel. Pelo método da suavização exponencial simples os valores passados possuem pesos decrescentes geometricamente. Este modelo ainda, se auto ajusta comparando os dados reais e os respectivos dados previstos para o período passado, em outras palavras, a partir do cálculo do erro de previsão dos períodos passados e utilizando a suavização exponencial simples é calculado a previsão do próximo período.

Segundo Tubino (2008), a projeção de tendência representa um movimento gradual de longo prazo da demanda. O cálculo da projeção da tendência se dá por meio de análise de dados históricos, onde pode apresentar tendência linear o não linear, o mais utilizado é a modelagem da projeção de tendência.

Para verificar a acurácia de uma previsão, é necessário utilizar indicadores do erro, que relaciona o quanto o modelo consegue descrever os dados históricos que é dado por:

$$e_t = R_t - P_t$$

O erro de previsão (e_t) é calculado pela diferença entre o valor real (R_t) e o valor previsto (P_t) no período t , caso existam n períodos, então existiram n medidas de erro, em que essas medidas devem

flutuar em torno do zero. Caso os erros de previsão sejam positivos em sua maioria, o modelo de previsão está subestimado com relação a demanda, caso negativos o modelo de previsão está superestimado com relação a demanda. Para analisar o erro em uma série histórica é utilizada a média dos erros, chamado *Mean Absolute Error* – MAE (erro absoluto médio) é o módulo do erro médio em relação ao número de período n , dado por $MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$

De acordo com Costa (2014), o modelo de processo estocástico foi desenvolvido pelo russo Andrei Andreyevich Markov, a qual recebeu o nome de processo markoviano, caracterizado por obter uma coleção de variáveis aleatórias $\{ X_t \}$ indexadas por um parâmetro t pertencente a um conjunto T , em que, X_t representa uma característica ou estado mensurável de interesse no tempo t .

De acordo com Alves, Delgado (1997), um processo markoviano se caracteriza pelo estado futuro depender apenas do estado presente e não dos passados, esta característica é dita também como processo estocástico sem memória. Em que sua definição pode ser expressa por $P(X_{n+1} = x | X_n, \dots, X_1 = x_1) = P(X_{n+1} = x | X_n = X_n)$

Denominamos a equação acima como propriedade de Markov, em que, a probabilidade do estado futuro X_{n+1} ser x , dado que o estado presente X_n ser X_n .

De acordo com Staudt et. al (2011), uma sequência markoviana é chamada homogênea se a probabilidade condicional $P\{ X_{t+1} = j | X_t = i \} = pij$ for independente de n .

As probabilidades de um processo markoviano são denominadas probabilidades de transição (pij) do estado i para um estado j , em que a probabilidade do estado X_{t+1} ser j no instante $t+1$, dado que o estado X_t ser i no instante t . As probabilidades de transição possuem também a característica de não mudarem em relação ao tempo, podendo ser chamadas de transições estacionárias.

De acordo com Costa (2014), cadeia de Markov é um modelo matemático em que as variáveis aleatórias X_t estão definidas em um espaço de estado discreto de valores inteiros, ou seja, $t = 0,1,2,3,4 \dots, n$. Para calcular a cadeia de Markov devemos observar o vetor dos estados, as probabilidades de cada estado e a matriz de transição.

O vetor de estados (E) são determinados pelos objetivos do estudo, em que podem adotar qualquer significado e quantas variáveis necessitar, desde que seja possível mensurá-los, e que a soma deste vetor seja igual a um, $E = E_i; E_j; E_k$

As probabilidades de cada estado (probabilidade não condicional) podem também ser dispostos em um vetor π , denominado vetor de probabilidade de estado $\pi = (P_i; P_j; P_k)$, distinguindo assim, das probabilidades condicionais de transição, e sua soma deve também ser igual a um.

A matriz de transição de estados é a união de todos os vetores de probabilidade de cada estado, esta matriz sempre será quadrática, de número finitos de estados e probabilidades de transição estacionárias.

$$\begin{matrix}
 & P_{ii} & P_{ij} & P_{ik} \\
 P_{ij} = & P_{ji} & P_{jj} & P_{jk} \\
 & P_{ki} & P_{kj} & P_{kk}
 \end{matrix}$$

Analisando a matriz de transição podemos determinar que

o índice P_{ii}

significa a probabilidade de haver transição do estado E_i para o estado E_i , neste caso é a probabilidade de retenção ou de retorno, já o índice P_{ij} significa a probabilidade de haver transição do estado E_i para o estado E_j , semelhante este caso é o índice P_{ik} significa a probabilidade de haver transição do estado E_i para o estado E_k , realizar este raciocínio para os demais índices.

Podemos observar que na matriz de transição há uma correspondência entre as probabilidades de transição onde as linhas representam a origem e a coluna o destino, de forma temporal, as linhas representam o presente e as colunas o futuro, outra característica da matriz de transição é que a soma da linha de cada vetor deve ser igual a um. De acordo com Goldschmidt, Carmona (1972), é possível utilizar a cadeia de markov para determinar a participação de mercado, em que para se determinar a participação deve-se identificar o índice de retenção dos consumidores atuais, o índice de ganho de consumidores pelas empresas concorrentes e o índice de perda dos consumidores atuais para empresas concorrentes. Entretanto, a maioria das organizações não trabalham com probabilidades de transição mas com porcentagens de participação de mercado, inviabilizando o processo de Markov, para solucionar este problema Goldschmidt, Carmona (1972) determinam um algoritmo capaz de converter a porcentagem em probabilidades de transição mostrado na figura 10.

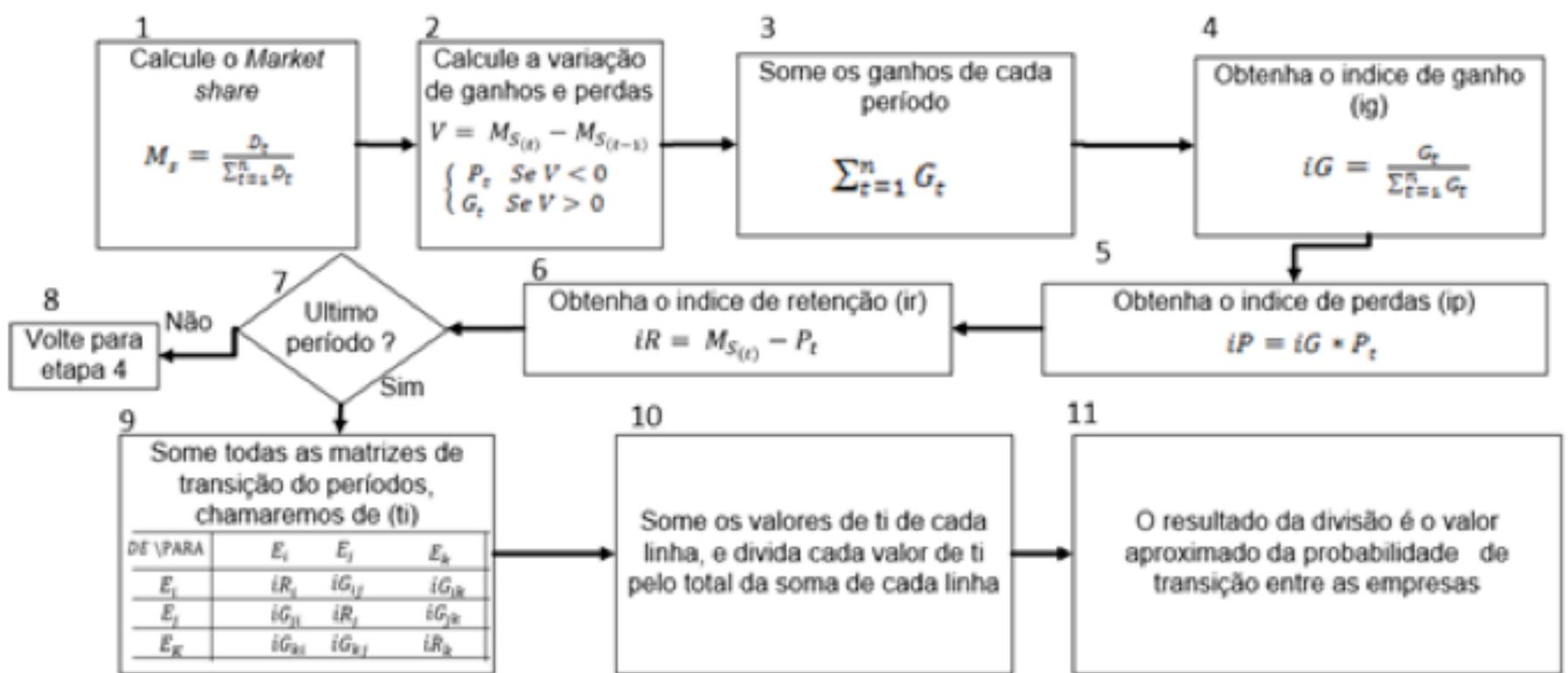


Figura 3 - Fluxograma simplificado do algoritmo proposto.
 Fonte: Adaptado Goldschmidt, Carmona (1972).

A partir deste algoritmo podemos identificar que os aumentos de participação de cada mercado se deu pela redução de outros mercados em um determinado período, a situação inversa também é verdadeira são mostradas no diagrama de transição.

De acordo com Bueno (2008), o diagrama de transição é uma alternativa para representar as probabilidades de transição (linhas) e vetores de probabilidades de estados (círculos), utilizando a matriz de transição de estados e vetor de probabilidade de estado vistos anteriormente, podemos desenhar o diagrama, da mesma forma as linhas em vermelho representa os índices de perda de um mercado para outros mercados, em verde os índices de ganho de um mercado em relação aos outros mercados e em amarelo o item de retenção do mercado analisado conforme figura 9.

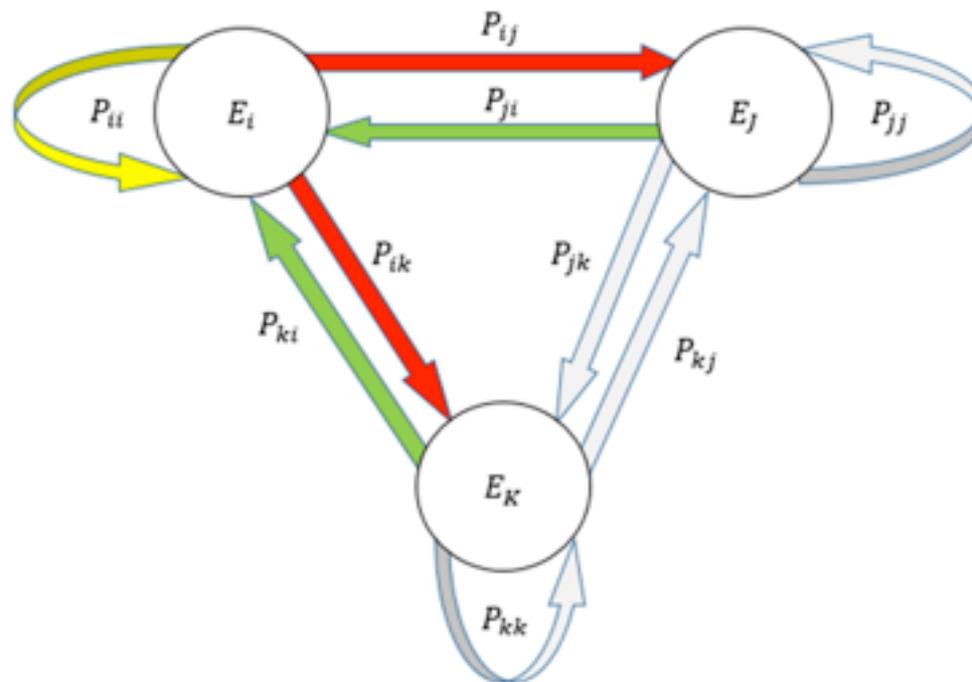


Figura 4 - Índices de transição, perda e ganho do estado i.
 Fonte: Adaptado Goldschmidt, Carmona (1972).

3. Análise e Resultados

Utilizando a demanda agregada dos mercados clientes, é possível observar que o mercado

externo obteve em 2015 uma ascensão enquanto os outros mercados obtiveram volumes comercializados em queda, para a analisar os dados devem ser agregados e dispostos em porcentagem conforme tabela x.

MERCADO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
ME	46,2%	49,7%	59,8%	62,6%	68,3%	73,9%	69,4%	73,0%	78,2%	76,9%	77,8%	84,3%
MI	18,8%	18,2%	13,4%	10,6%	7,0%	7,8%	10,4%	6,2%	5,5%	5,6%	10,5%	5,9%
KE	35,0%	32,0%	26,8%	26,8%	24,8%	18,3%	20,2%	20,8%	16,3%	17,4%	11,6%	9,8%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 1 – Histórico de participação de mercados na demanda agregada.
Fonte: Adaptado Goldschmidt, Carmona (1972).

Utilizando o algoritmo proposto, foi possível calcular a probabilidade de transição entre os mercados, conforme tabela x.

DE \ PARA	ME	MI	KE	TOTAL
ME	0,997	0,002	0,001	1
MI	0,136	0,856	0,008	1
KE	0,072	0,006	0,922	1

Tabela 2 – Matriz de probabilidade de transição.
Fonte: Adaptado Goldschmidt, Carmona (1972).

Analisando o diagrama de transição conforme figura x, é possível dizer que o mercado externo obtém mais atratividade que os outros mercados, enquanto o mercado interno obtém a menor atratividade entre os mercados.

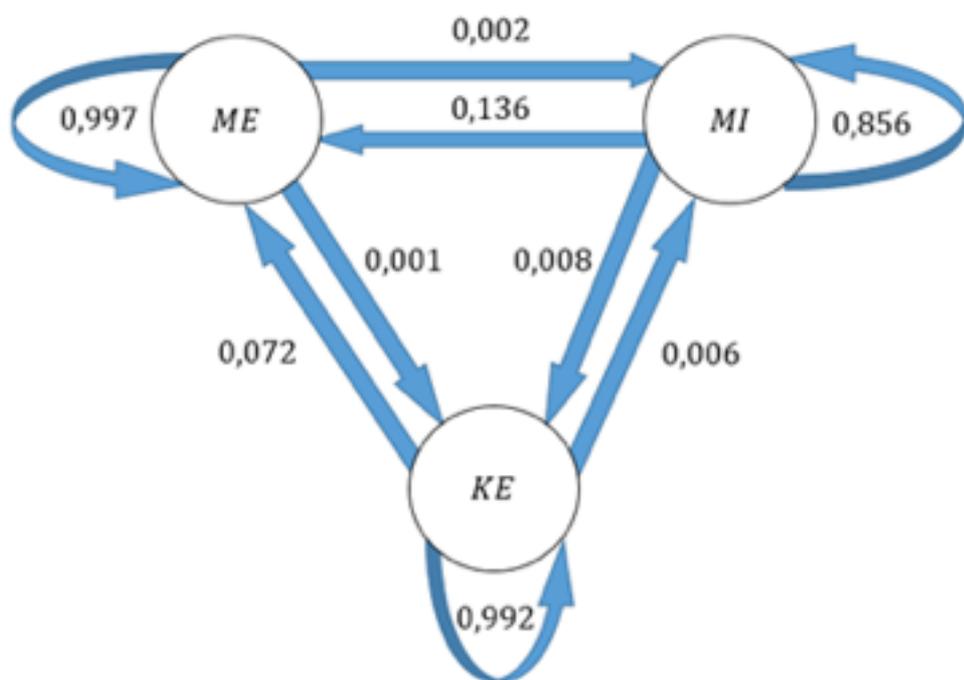


Figura 5 - Diagrama de Transição.
Fonte: Adaptado Bueno (2008).

Para calcular a cadeia de Markov, dispomos de dois calendários de previsão conforme tabela x, em que o calendário de Markov do tipo I é disposto de forma bimestral de forma que no mês 1 é dado o valor real e realizado uma iteração no cálculo da cadeia de Markov que será adotada como a previsão de demanda no mês 1, e as próximas iterações é a previsão para o mês 2, no mês 2 não haverá previsão tendo em vista que já houve a previsão para este mês, no mês 3 é dado o valor real da previsão do mês 2 para projetar a previsão para o mês 3 e 4, e assim sucessivamente. No calendário de Markov do tipo II é disposto em um único mês todas as previsões do ano, em que é dado o primeiro mês real e realizado a previsão do mês 2, em

seguida é dada a previsão do mês 2 para realizar a previsão do mês 3, e assim sucessivamente.

	MARKOV TIPO I												MARKOV TIPO II											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	R/P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	R	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	R	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	R	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	R	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3 – Calendário de previsões de Markov do tipo I e II.
 Fonte: Adaptado Frazier, Gaither, (2002).

Realizados todas as iterações do cálculo da cadeia de Markov do tipo I e II, observamos através do gráfico x, que os dois tipos de calendário de previsões de Markov são próximos dos valores reais da demanda, porém o Markov do tipo I apresenta variações semelhantes ao realizado, enquanto o Markov tipo II apresenta uma linha de tendência da demanda dos mercados.



Gráfico 1 – Análise comparativa dos dados previstos *versus* realizados.
 Fonte: Autoria própria.

Para verificar se o modelo se assemelha aos principais tipos de cálculo de previsão dispomos o mercado interno como exemplo, pois os dados são mais visíveis nos gráficos. Verificamos que o cálculo de Markov tipo I se assemelha com a média móvel, conforme gráfico x.

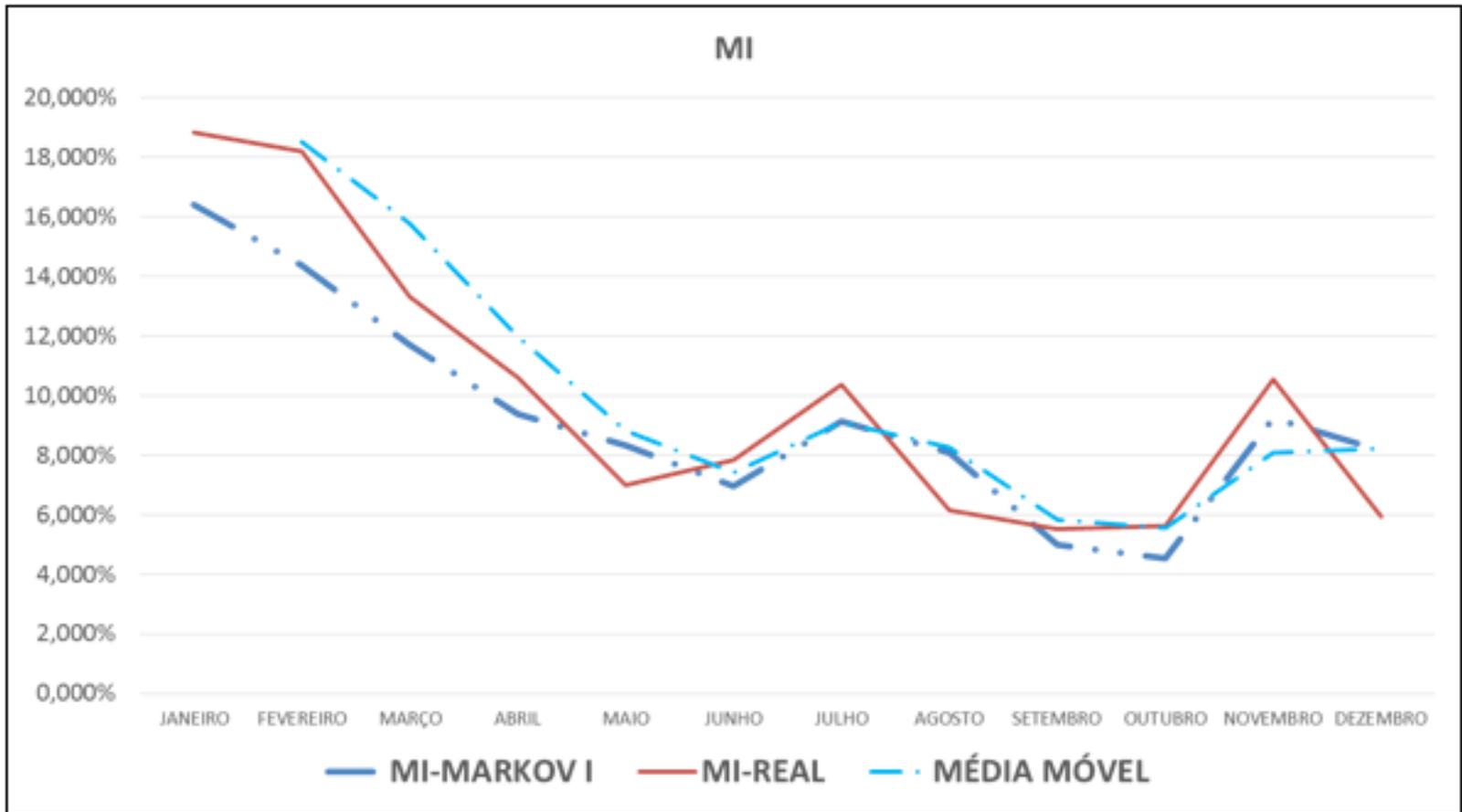


Gráfico 2- Análise comparativa dos dados modelos de previsão versus realizados do mercado interno.
Fonte: Autoria própria.

Analisando a projeção do cálculo de Markov do tipo II se assemelha às previsões de tendência, a exemplos a suavização exponencial e a regressão linear.

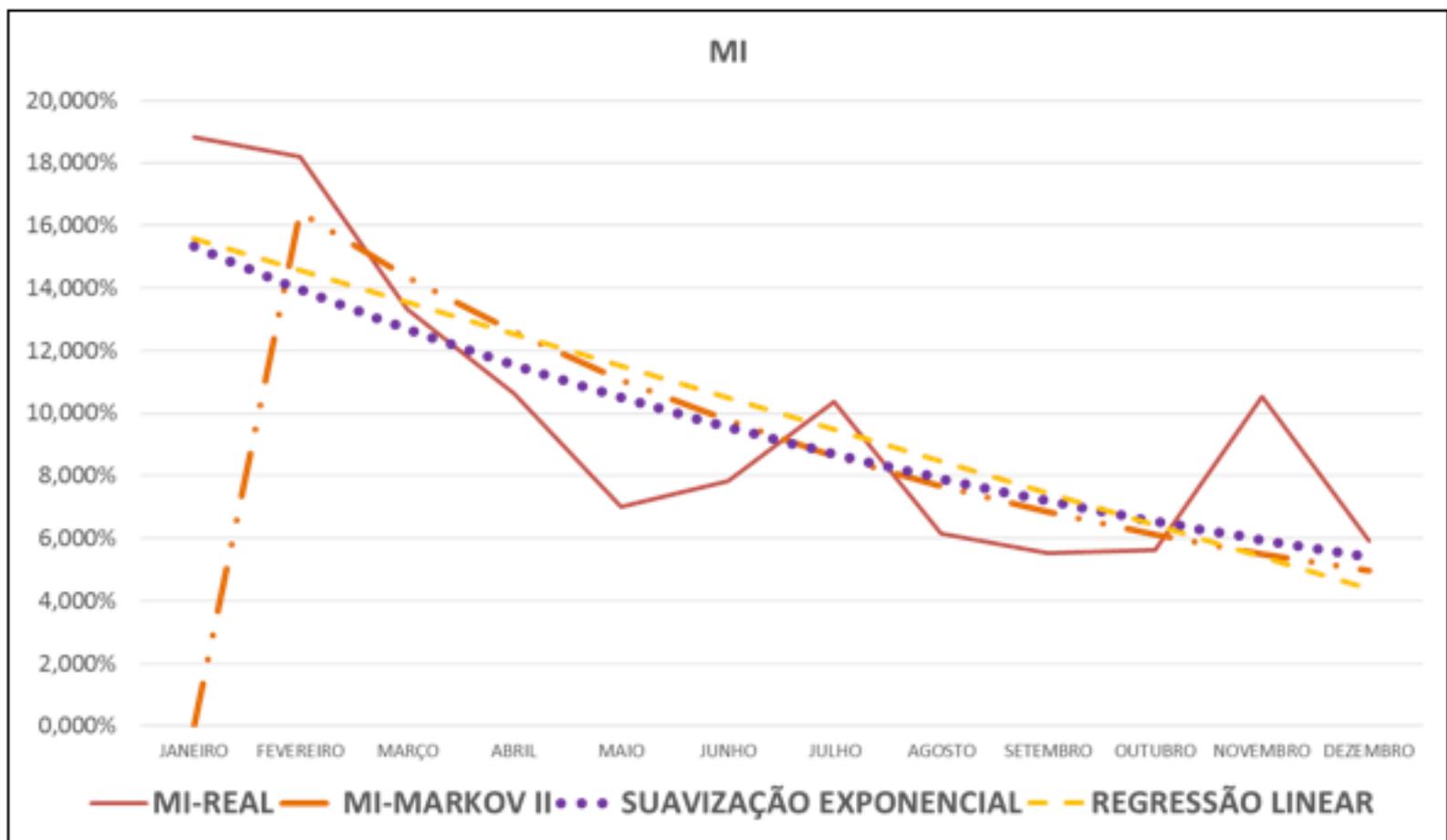


Gráfico 7 - Análise comparativa dos modelos de previsão de tendência versus realizados do mercado interno.

4. Considerações Finais

Observou-se a oportunidade de otimizar o processo de previsão de demanda de papel do tipo kraft, pois as previsões são realizadas em conjunto com as áreas comercial e fabril, onde os gestores utilizam o histórico de demanda e indicações de performance fabril, ao invés de

análises estatísticas. Tal situação permite sugerir um processo como alternativa para o cálculo de previsão de demanda, em que utilizando a cadeia de Markov é possível estabelecer uma previsão de demanda através do cenário atual, entretanto para utilizar a cadeia de Markov deve-se saber as probabilidades de transição ao invés de porcentagens de participação de mercado, utilizada em grande parte das empresas como parâmetro, para solucionar este problema foi utilizada uma técnica que converte as porcentagens de participação de mercado em probabilidades de transição. Considerando a matriz de transição aproximada foi possível calcular a previsão da demanda ao longo do período estudado, em que os resultados obtidos foram próximos dos reais, validando assim, o processo de markoviano como ferramenta capaz de realizar previsões, uma vez que o objetivo proposto é utilizar técnicas de previsão quantitativa para previsões de demanda.

Observou-se a oportunidade de otimizar o processo de previsão de demanda de papel do tipo kraft, pois as previsões são realizadas em conjunto com as áreas comercial e fabril, onde os gestores utilizam o histórico de demanda e indicações de performance fabril, ao invés de análises estatísticas. Tal situação permite sugerir um processo como alternativa para o cálculo de previsão de demanda, em que utilizando a cadeia de Markov é possível estabelecer uma previsão de demanda através do cenário atual, entretanto para utilizar a cadeia de Markov deve-se saber as probabilidades de transição ao invés de porcentagens de participação de mercado, utilizada em grande parte das empresas como parâmetro, para solucionar este problema foi utilizada uma técnica que converte as porcentagens de participação de mercado em probabilidades de transição. Considerando a matriz de transição aproximada foi possível calcular a previsão da demanda ao longo do período estudado, em que os resultados obtidos foram próximos dos reais, validando assim, o processo de markoviano como ferramenta capaz de realizar previsões, uma vez que o objetivo proposto é utilizar técnicas de previsão quantitativa para previsões de demanda.

Por outro lado, tal estudo destaca que este processo de previsão pode ser incorporado ao PA, e em específico na elaboração do S&OP, onde é possível realizar cenários através da obtenção rápida de previsões, retirando assim, a necessidade de revisões da previsão de demanda e sem grandes especulações por parte dos gerentes.

Referências

- ALMEIDA, V. M. B. Estudo de modelos de previsão de demanda para reposição de produtos de consumo. São Paulo, 2010.
- ALVES, R.; DELGADO, C. Processos Estocásticos. Faculdade de Economia da Universidade do Porto, 1997.
- ANDER-EGG, E. Introducción a las técnicas de investigación social: para trabajadores sociales. 7ª edição. Buenos Aires: Humanitas, 1978.
- ASSI, L. R. S. Planejamento Agregado da Produção em empresa de gestão de documentos: modelo e aplicação. São Paulo, 2009.
- BALLOU, R. H.; Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BUENO, F. Cadeias de Markov Práticas e Aplicações, 2008.
- COMPANHIA INDUSTRIAL DE PAPEL PIRAHY.O Mundo do Papel. Rio de Janeiro, 1980.
- CORRÊA, H.; GIANESI, I.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II / ERP: Conceitos, Uso e Implementação. São Paulo: Atlas 2001.
- COSTA, W. F. S. Aplicação do processo estocástico no controle de estoques em pequenas empresas, 2014.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- FRAIZER, G.; GAITHER, N. Administração da Produção e Operações. 8. ed. São Paulo: Thomson

Learning, 2004.

GARWOOD, D. Sales & Operations Planning: Integrating Sales, Engineering, Manufacturing and Financial Plans. R.D.Garwood Articles, USA, 2002.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D. T.; Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOLDSCHMIDT, P.C; CARMONA, F.G. Um Modelo de Análise da Participação de Mercado. RAE-Revista de Administração de Empresas, vol. 12, n. 3, jul-set 1972.

LAKATOS, E. V.; MARCONI, M. A. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LINARES, R. Planejamento Integrado das Operações de Venda e Manufatura (S&OP). O Caso Portobello. Florianópolis, 2004.

LUSTOSA, L; MESQUITA, M.A; QUELHAS, O; OLIVEIRA, R. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. Forecasting: Methods and Applications. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons. 1998.

MESQUITA, M. A. Previsão de demanda. In: LUSTOSA, L. J., et al. (Org.). Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NARASIMHAN, S. L.; McLEAVEY, D.W; BILLINGTON, P. J. Production Planning and Inventory Control. 2nd ed. Prentice Hall, 1995.

RUFFONI, E.P. O Plano Mestre de Produção em Lotes: um estudo de caso na empresa Conexões Merkantil, 2012.

SÉKULA, P. R. Uso de modelo de referência para melhoria do processo de fabricação de papel kraft. 2011.

SEVERINO, A. J. Metodologia do Trabalho Científico. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

SMOOK, G. A. Manual para técnicos de pulpa y papel. Vancouver: A. Wilde, 1990.

STAUDT, F.H.; COELHO, A.S.; GONÇALVES, M.B. Determinação da Capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov, 2011.

TOLEDO, L.T. Análise de Oportunidades de Melhoria do Processo de S&OP de uma grande empresa multinacional de bens de consumo, 2011.

TUBINO, D.F. Planejamento e Controle da Produção – Teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2008.

WALLACE, T. F. Planejamento de Vendas e Operações: Guia Prático. São Paulo: IMAM, 2004

1. Possui graduação em Engenharia de Produção pelo IFSP. E-mail: Rafaeldenis@rocketmail.com

2. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela USJT, mestrado e doutorado em Engenharia Mecânica pela Unicamp, atualmente é professor do Departamento de Mecânica do IFSP. E-mail: eduardobock@gmail.com

3. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela FEI, mestrado em Engenharia de Produção pela USP e doutorado em Engenharia Mecânica pela Unicamp, atualmente é professor do Departamento de Mecânica do IFSP. E-mail: [jcyj5847@yahoo.com.br](mailto:jcj5847@yahoo.com.br)

4. Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Doutor e Pós-doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista, atualmente é professor do Departamento de Mecânica do IFSP. E-mail: sp920629@ifsp.edu.br

5. Possui graduação em Administração e Especialização em Recursos Humanos pela FEI e Mestrado em Ciência pela USP, atualmente é professor do Departamento de Mecânica do IFSP. E-mail: ridnal.prof@uol.com.br

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados