

# Estudo de custo para uma microempresa de guardanapos de papel utilizando cadeias absorventes de Markov

Data de recebimento: 01/09/2007  
Data de aprovação: 09/10/2007

Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti (UTFPR/UFSC) – sligie@globo.com

• Rua Katsuo Nakata, 775 – CEP 87560-000 – Iporã-PR

Rosely Antunes de Souza (UTFPR/UFSC) – roselypr@gmail.com

Vanina Macowski Durski Silva (UFSC) – vaninadurski@gmail.com

Antonio Sergio Coelho (UFSC) – coelho@deps.ufsc.br

## **Resumo**

*Para que as empresas possam se manter competitivas em seus mercados de atuação, torna-se imprescindível uma gestão eficiente de seus custos. Este trabalho traz um estudo e análise de custos de produtos de uma microempresa, utilizando as cadeias absorventes de Markov. Os dados foram resumidos através de um esquema de sistema produtivo, considerando os aspectos, como produção, inspeção, despacho, refugo. A análise de custo do produto, neste sistema produtivo, é conduzida, a partir da determinação e estimativa de todos os custos que envolvem as fases de produção, inspeção e despacho. Determinaram-se as probabilidades da capacidade de produção de cada subsistema. Os subsistemas são modelados por diagramas de estado, os quais representam, graficamente, os estados dos componentes do sistema e as transições entre estados. Empregando-se as cadeias absorventes de Markov, foi possível verificar a sua contribuição eficaz para a tomada de decisões em processos de gestão de custos.*

**Palavras-chave:** Cadeias Absorventes de Markov; Matrizes de Transição; Custos.

## **Abstract**

*For companies to remain competitive in their markets, efficient cost management becomes indispensable. This article is a product cost analysis and study for a micro company using absorbing Markov chains. The data were summarized using a productive system scheme that considers aspects such as production, inspection, shipping and waste. Product cost analysis in this productive system is conducted from the determination and estimation of all costs involved in the production, inspection and shipping phases. The production capacity probabilities were determined for each subsystem. The subsystems are modeled by status diagrams, which graphically represent system component statuses and the transitions between these statuses. By employing absorbing Markov chains, it was possible to ascertain its effective contribution towards decision making in cost management processes.*

**Keywords:** Absorbing Markov Chains; Transition Matrixes; Costs

## 1. INTRODUÇÃO

A velocidade com que as mudanças têm ocorrido nas empresas, nos últimos anos, iniciada com a globalização, com o desenvolvimento de novas tecnologias e a abertura de mercados, está provocando uma exacerbada concorrência das empresas, exigindo delas a utilização de instrumentos rápidos e eficazes, para aperfeiçoar suas técnicas de gerenciamento de resultado, de custeio dos seus bens e de fundamento de suas decisões.

Os consumidores cada vez mais exigentes, estão estabelecendo padrões de qualidade e preços no mercado. Assim sendo, as empresas têm buscado ferramentas para melhorar sua produtividade, eficiência, lucratividade, de forma a aumentar suas fatias no mercado, visando sempre atingir a satisfação dos seus clientes.

De acordo com Kaplan e Cooper (1998), as mudanças ocorridas no ambiente competitivo, fazem com que gerentes necessitem de informações para melhorar a qualidade, pontualidade e eficiência das atividades que executam, além de compreender precisamente o custo e a lucratividade de cada um de seus produtos, serviços e clientes.

Tung (1994) comenta que atualmente, as mudanças significativas no programa teórico e prático de administração empresarial fizeram crescer, de forma acelerada, a aplicação de novas técnicas de orçamento. Estas transformações forçam as empresas a praticar novas formas de gestão, adotando metodologias de custo, que permitem implantar ações gerenciais, que garantam competitividade frente aos seus concorrentes.

Qualquer atividade que manuseia valores, está sujeita ao controle de custos. Desde o pequeno agricultor até o microempresário e a grande empresa necessitam de controle de Custos. O lucro ou o excedente da receita sobre o custo (no sentido amplo) representa, na maioria das vezes, uma questão de sobrevivência empresarial. Por isso, se a empresa não souber quanto custa, ela não saberá se está perdendo ou ganhando dinheiro (SANTOS, 1990).

Um bom sistema de custos é indispensável para toda e qualquer empresa, pois somente através do controle dos mesmos, poderão ser feitos negócios lucrativos. Caso contrário, poderá resultar em prejuízos, pois as empresas buscam a maximização de seus lucros, administrando os preços ou tomando-os do mercado. Em qualquer das situações, a busca da eficiência é um objetivo implícito. As atividades administrativas e gerenciais das empresas dependem de um fluxo sistemático e coerente de informações sobre custos (entre outras), que subsidiem a tomada de decisões para atingir seus objetivos (PAGLIARO, 1999). É nesse ponto que se destaca a importância das técnicas modernas, como um instrumental capaz de gerar tal fluxo de informações, permitindo, assim, o acompanhamento do custo para o seu controle e minimização e para tomada de decisões em tempo hábil.

“A teoria da produção consiste de uma análise de como o empresário - dado o ‘estado da arte’ ou da tecnologia - combina os vários insumos para obter determinado volume de produção de forma economicamente eficiente” (FERGUSON, 1994).

A produção caracteriza o processo de transformação dos fatores de produção em produtos para venda no mercado, sendo que a empresa administra a compra dos insumos, combinando-os segundo um processo de produção escolhido e vendendo produtos ou serviços (VASCONCELLOS e TROSTER, 1996).

A função de produção pode ser representada como  $P = f(C, T, M.O, M)$ , em que  $P$  = quantidade produzida,  $C$  = capital,  $T$  = terra,  $M.O$  = mão-de-obra ou trabalho,  $M$  = materiais. O capital é composto, de maneira geral, por bens duráveis, como por exemplo, os chamados bens de capital ou bens de produção (edifícios, instalações, máquinas e equipamentos) e estoque de materiais. Os materiais podem ser classificados em matérias-primas e bens semi-elaborados, dependendo de terem sido, ou não, submetidos previamente a algum tipo de processamento industrial. A mão-de-obra que opera diretamente no processo produtivo tem sido denominada de mão-de-obra direta, ao passo que outros funcionários alocados em atividades administrativas e de supervisão, cujos serviços são importantes para a produção, mas de forma indireta, têm sido classificados como mão-de-obra indireta. O fator terra em atividades industriais e/ou de serviços relaciona-se à área física ocupada pela planta ou fábrica (PAGLIARO, 1999).

Produto total é a quantidade total produzida em unidades físicas, utilizando determinadas quantidades de fatores de produção (FERGUSON, 1994 *apud* PAGLIARO, 1999), enquanto produto médio de um fator de produção, é o produto total em relação à quantidade utilizada do fator de produção considerado (FERGUSON, 1994; PINDYCK e RUBINFELD, 1994, *apud* PAGLIARO, 1999) ou em outros termos, representa em média, quanto cada unidade do fator produziu.

Quanto à quantidade de bens ou serviços produzidos, as empresas podem ser especializadas ou diversificadas. (FARINA 1990; PINDICK e RUBINFELD, 1994, *apud* PAGLIARO, 1999).

Neste estudo de caso, a empresa considerada é diversificada, pois colocam no mercado 3 tipos de guardanapos de papel, nos tamanhos 20x23 cm, 30x33 cm e 14x14 cm.

## 1.1. Custos

Kliemann Neto e Antunes Jr. (*apud* MARTINS, 1997), salientam que o Sistema de Custo deverá ser capaz de estimular melhorias contínuas no gerenciamento da empresa, tanto em nível dos processos produtivos como da concepção dos itens a serem fabricados.

Kaplan e Cooper (2000) afirmam que as empresas necessitam de sistemas de custeio para concretizar os seguintes objetivos:

- avaliar estoques e medir o custo dos bens vendidos para a geração de relatórios financeiros;
- estimar as despesas operacionais, produtos e clientes;
- oferecer feedback econômico sobre a eficiência do processo a gerentes e operadores.

Custos é, segundo Parisi (1995), a expressão monetária do valor dos insumos sacrificados para a geração de produtos e serviços. Custo refere-se à fase em que os fatores de produção são colocados no processo produtivo (IUDÍCIBUS, 1995).

Assim, os custos de produção das empresas podem ser vistos como o resultado da combinação dos preços de mercado dos fatores de produção e do consumo desses fatores, para gerar um determinado produto, dada uma tecnologia. (PINDYCK e RUBINFELD, 1994, *apud* PAGLIARO, 1999).

Na prática, pode ser difícil para a empresa determinar a produção que maximiza o lucro, uma vez que a função de produção não é conhecida com precisão. Assim, é fundamental que a empresa desenvolva um sistema de monitoramento de seus custos, apurando-os regularmente, o que embasará suas decisões relativas à produção.

Bornia (2002) destaca que a contabilidade de custos nasceu com o advento das empresas industriais (revolução industrial), tendo por finalidade calcular os custos dos produtos fabricados.

E Martins (1980) confirma que uma necessidade básica para uma boa contabilidade de custos, é a existência de quantificações físicas para todos os valores monetários.

Com o crescimento da competição global e das inovações tecnológicas surge um novo ambiente na contabilização de custos, demandando informações mais relevantes, relacionadas também, ao desempenho de atividades, processos, produtos, serviços e clientes. (KAPLAN e COOPER, 2000).

Desta forma, a contabilidade de custos acabou de passar, nessas últimas décadas, de mera auxiliar na avaliação de estoques e lucros globais, para importante arma de controle e decisão gerenciais, podendo indicar ocorrência de problemas, através de comparações entre padrões e orçamentos.

## 1.2. Gestão de custos

Segundo Kaplan e Cooper (1998), este novo cenário competitivo necessita de informações mais relevantes, relacionadas a custo e desempenho de atividades, em todos os setores da empresa. O que se percebe é que muitas empresas não estão obtendo vantagens competitivas com seus sistemas de custeio aprimora-

dos. Este insucesso deve-se ao fato de que os gerentes de custos não dispõem de informações adequadas e específicas, que os norteiam na busca de melhores resultados.

Leone (1997) salienta que se estabeleça um sistema de custos e adotem-se critérios diferentes de avaliação, cálculo e alocação, que vise fornecer informações específicas, exigidas por ambientes de produção e de administração, em constante mutação. Classificar é olhar os custos de maneira diferente, para produzir informações diferenciadas, de acordo com as necessidades gerenciais específicas.

Para Porter (1989), a base primordial do desempenho acima da média, a longo prazo, é a vantagem competitiva sustentável, possível pelo meio da diferenciação ou baixo custo. Assim sendo, a gestão eficiente dos custos é base de sustentação para as empresas se tornarem competitivas.

A gestão de custos, no entanto, necessita dar melhor suporte às decisões estratégicas que a direção das empresas deve tomar, implantando novas metodologias e preenchendo lacunas dos sistemas atuais de gestão. Uma dessas lacunas, e que tem peso substancial no processo decisório, são as muitas decisões que se tomam de forma determinística (SILVA, 2004).

De acordo com Nakagawa (1993), para vencer a competição global, é necessário que as empresas persigam a melhoria de produtividade e da qualidade e a redução de custos, por meio da eliminação de todas as formas de desperdício.

Tendo em mente, portanto, que o conhecimento dos custos é fundamental para a tomada de decisões, mesmo se reconhecendo que nos dias atuais os custos não são mais a única variável a ser considerada na determinação do preço. A empresa precisa instituir registros favoráveis à obtenção das informações de custos, que embasem o processo de planejamento e controle, em situações tanto de crescimento, estabilidade econômica, como de recessão, como apontado por Guerreiro (1984).

O desenvolvimento deste estudo aconteceu no ambiente de uma empresa de Guardanapos de papel, que trabalha com 3 tipos de guardanapos de papel 14x14, 20x23 e 30x33 cm, localizada no Estado do Paraná. As capacidades de produção mensal estão na faixa de 15.550 caixas para guardanapos 14x14 cm, 5000 caixas para guardanapos 20x23 cm e 700 caixas de guardanapos 30x33 cm.

O objetivo deste trabalho consiste em fornecer um estudo de custo, considerando o comportamento aleatório de produção, utilizando as cadeias absorventes de Markov.

## 2. PROCESSO DE MARKOV

Um Processo de Markov é um processo estocástico, onde as distribuições de probabilidade para o seu desenvolvimento futuro, dependem somente do estado presente, não levando em consideração como o processo chegou a tal estado.

Os processos markovianos são modelados, convencionalmente, pelos modelos de Markov, que são sistemas de transições de estados, onde os estados são representados em termos de seus vetores probabilísticos, que podem variar no espaço temporal (discreto ou contínuo) e as transições entre estados são probabilísticas e dependem apenas do estado corrente.

Se o espaço de estados é discreto (enumerável), então o modelo de Markov é denominado de cadeias de Markov. As propriedades desses modelos são estudadas em termos das propriedades das matrizes de transições de estados, que são utilizadas na sua descrição.

### 2.1. Cadeias de Markov

Uma cadeia de Markov, de tempo discreto, é um processo estocástico de tempo discreto que apresenta a propriedade de Markov, chamada assim, em homenagem ao matemático Andrei Andreyevich Markov. A definição desta propriedade, também chamada de memória markoviana, é que os estados anteriores são

irrelevantes para a predição dos estados seguintes, desde que o estado atual seja conhecido.

Note que também existem cadeias de Markov de estado contínuo. Uma cadeia de Markov é uma seqüência  $X_1, X_2, X_3, \dots$  de variáveis aleatórias. O alvo destas variáveis, isto é, o conjunto de valores que elas podem assumir, é chamado de *espaço de estados*, onde  $X_n$  denota o estado do processo no tempo  $n$ . Se a distribuição de probabilidade condicional de  $X_{n+1}$  nos estados passados, é uma função apenas de  $X_n$ , então:

$P(X_{n+1} = i | X_0, X_1, X_2, \dots, X_n) = P(X_{n+1} = i | X_n)$ , onde  $x$  é algum estado do processo. A identidade acima define a *propriedade de Markov*.

## 2.2. Probabilidade de transição

Em uma cadeia de Markov, o símbolo  $p_{ij}$  (probabilidade de passar de  $i$  para  $j$  em uma fase), é usado para representar a probabilidade (condicional) de que, dado que o sistema esteja no estado  $i$ , em certo momento, venha a estar no estado  $j$  no intervalo de tempo seguinte.

Em geral, os  $p_{ij}$  são chamados as probabilidades de transição de cadeias de Markov. De fato,  $p_{ij}$  é a probabilidade de ocorrer uma transição do estado  $i$  para o estado  $j$ .

## 2.3. Matriz de transição

Considere uma cadeia de Markov, com estados  $1, 2, \dots, N$ . Seja  $p_{ij}$  a probabilidade de transição do estado  $i$  para o estado  $j$ . Então a matriz  $N \times N$   $P = [p_{ij}]$ , onde  $0 \leq p_{ij} \leq 1$ , tal que  $\sum_{j=1}^m p_{ij} = 1, i=1, 2, \dots, m$ , denomina-se matriz de transição de cadeia de Markov.

Por exemplo, se a cadeia de Markov tem quatro estados  $1, 2, 3, 4$ , a matriz de transição pode ser representada assim:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix}$$

Em alguns casos, é conveniente numerar os estados, a partir de 0, em vez de 1.

## 2.4. Cadeias não regulares (absorventes)

As cadeias de Markov conhecidas como cadeias de Markov regulares têm como propriedade fundamental, possuírem uma distribuição de equilíbrio. Isso significa que, a longo prazo, as probabilidades de o sistema estar em cada um dos vários estados estabilizam-se em determinados valores. Em particular, então, após um período de tempo suficientemente longo, haverá uma probabilidade de estar em qualquer dos estados da cadeia de Markov. Há cadeias de Markov que são, em certo sentido, o oposto das cadeias de Markov regulares. Trata-se das cadeias de Markov absorventes. De acordo com a definição, um estado de uma cadeia de Markov é um estado absorvente se, uma vez nesse estado, é impossível sair dele.

Um caso especial de cadeias de Markov é usado para descrever processos ou sistemas que cessam, após atingir certas condições determinadas. Por exemplo: uma vez encontrado um número predeterminado de peças, caixas, produtos aceitáveis ou defeituosas cessam a inspeção seqüencial; após  $x$  horas de operação, a máquina quebra e é reparada ou substituída, etc. Tais processos podem ser estudados pelo modelo das cadeias de Markov.

Na análise das cadeias absorventes de Markov, podemos conseguir vários tipos de informação importante, partindo da análise deste tipo de cadeia. É possível determinar os seguintes dados:

- o número esperado de passos antes de o processo ser absorvido;
- o número esperado de vezes que o processo se encontra em qualquer estado não absorvente;
- a probabilidade de absorção por qualquer estado absorvente.

O primeiro passo da análise é reorganizar a matriz de transição, de modo que existam quatro submatrizes:

$$P = \begin{bmatrix} I & O \\ A & N \end{bmatrix}$$

Estas partições matrizes menores possuem elementos de probabilidade, mas quando tomadas individualmente, não constituem, necessariamente, uma matriz estocástica. Se consideradas individualmente, possuem a seguinte informação, referente às probabilidades. Suponhamos que haja  $a$  estados absorventes,  $n$  estados não absorventes e  $k + n = m$  estados totais.

- I** → uma matriz identidade  $a \times a$  representa as probabilidades de se permanecer dentro de um estado absorvente.
- O** → uma matriz zero  $k \times k$  que reflete as probabilidades de ir de um estado absorvente para um estado não absorvente.
- A** → uma matriz  $k \times a$  contém as probabilidades de se ir de qualquer estado não absorvente, para um estado absorvente.
- N** → uma matriz  $n \times k$  contém as probabilidades de se ir de um estado, não absorvente, para qualquer outro estado não absorvente.

**N** fornece as probabilidades de se ir de um estado, não absorvente, para outro estado não absorvente, **exatamente em um passo.**

Se este problema estiver sendo abordado pelos conceitos da probabilidade clássica, uma maneira de se determinar o número esperado de passos, antes de o processo ser absorvido, seria achar o número esperado de vezes que o processo estaria em cada um dos estados não absorventes e somá-los. Isto totalizaria o número de passos antes do processo ser parado e, neste sentido, o número de passos esperado para a absorção.

Desta forma, a matriz  $(I - N)^{-1}$  fornece o número de vezes esperado, de vezes que um processo está em cada estado não absorvente, antes da absorção. Para determinar a probabilidade de absorção dos estados absorventes, usa-se na análise uma lógica semelhante, ou seja, calcula-se:  $(I - N)^{-1} \cdot A$ .

### 3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA ATRAVÉS DAS MATRIZES DE TRANSIÇÃO

A empresa de guardanapos dispõe de 8 máquinas: 2 máquinas que confeccionam guardanapos 20x23 cm (máquina A e B); 1 máquina que faz guardanapos 30x33 cm (máquina C); 4 máquinas que fazem guardanapos 14x14 cm (máquina D, E, F e G) e uma rebobinadora (máquina G) de papel para a máquina 14x14 cm. Tendo em vista o processo, devem ser claramente identificados e bem definidos o sistema produtivo. Inicialmente, elaborou um esquema para o sistema do processo produtivo da empresa e este foi dividido em subsistemas, para cada máquina que estão sendo apresentados nas Figuras 1, 2 e 3, com suas respectivas probabilidades.

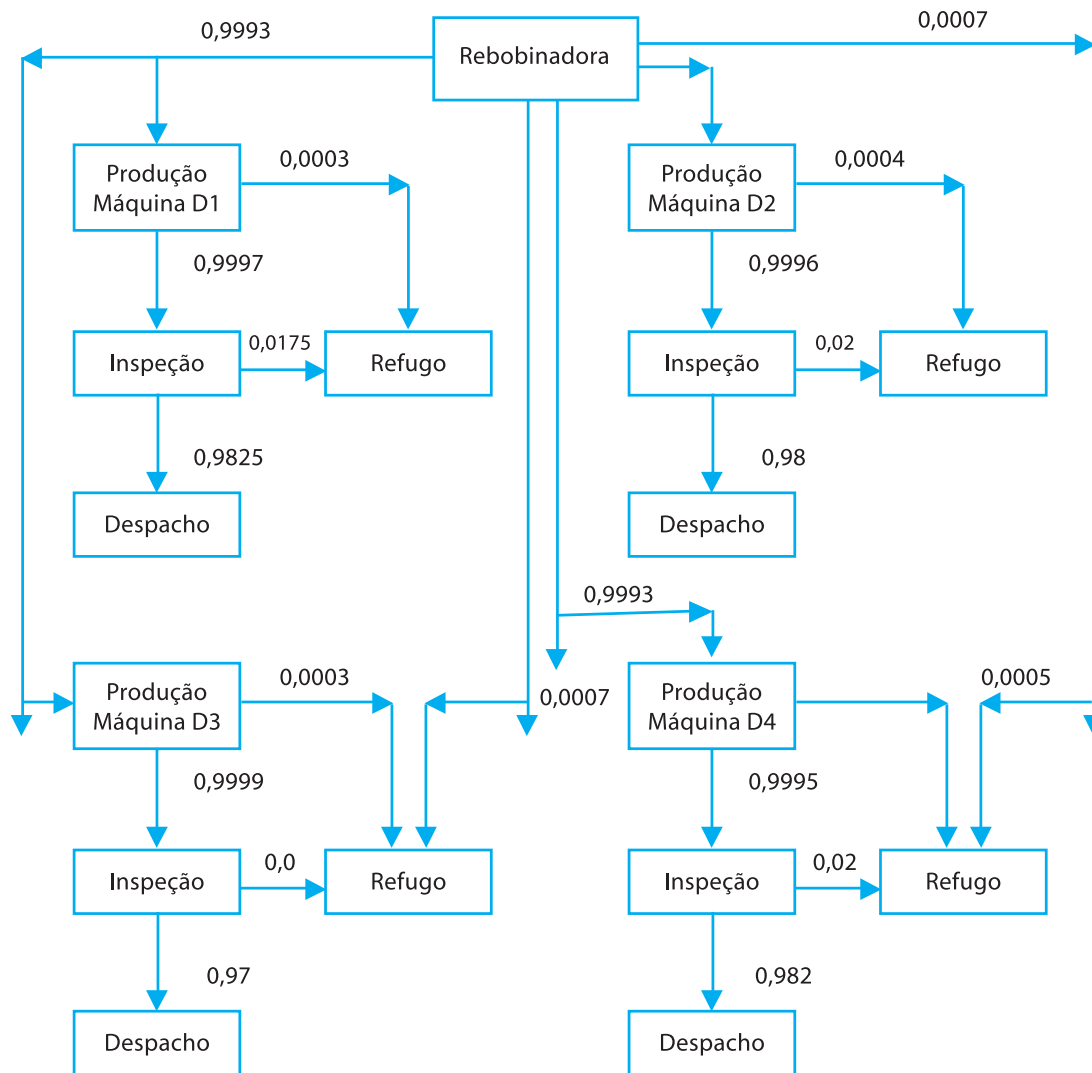


FIGURA 1 – Diagrama esquemático do fluxo de trabalho das máquinas A e B, que confeccionam guardanapos 20x23, com suas respectivas probabilidades.

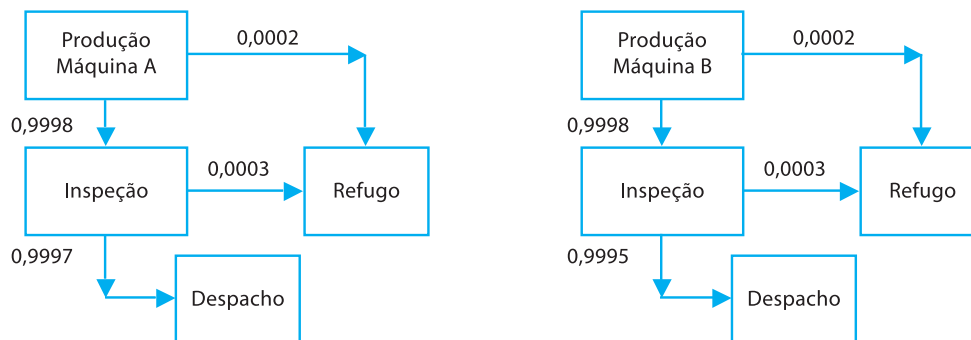


FIGURA 2 – Diagrama esquemático do fluxo de trabalho das máquinas D, E, F, G e H, que confeccionam guardanapos 14x14 cm.

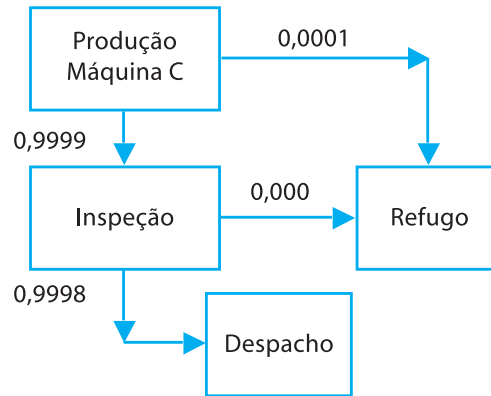


FIGURA 3 – Diagrama esquemático do fluxo de trabalho da máquina C, que confecciona guardanapos 30x33.

Como o passo é o acabamento do produto, as probabilidades são usadas para construir as matrizes de transição.

As matrizes de transição para as máquinas A, B, C, D1, D2, D3 e D4 e Rb (rebobinadora) são apresentadas, a seguir, onde P(estado da produção), PA produção da máquina A, PB produção da máquina A, PC produção da máquina C, PD1, PD2, PD3, PD4 produção das máquinas D1, D2, D3 e D4, respectivamente, I (estado da inspeção, D - estado do despacho) e R - estado refugo). Considere:

As máquinas A e B confeccionam guardanapos 20x23 cm e são representadas pelas seguintes matrizes de transição:

$$\begin{matrix} & \text{PA} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{bmatrix} \text{PA} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9998 & 0 & 0,0002 \\ 0 & 0 & 0,9997 & 0,0003 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (1)$$

$$\begin{matrix} & \text{PB} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{bmatrix} \text{PA} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9998 & 0 & 0,0002 \\ 0 & 0 & 0,9995 & 0,0005 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (2)$$

A máquina C confecciona guardanapos 30x33 cm e é representada pela matriz de transição abaixo:

$$\begin{matrix} & \text{PC} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{bmatrix} \text{PA} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9999 & 0 & 0,0001 \\ 0 & 0 & 0,9998 & 0,0002 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (3)$$

As máquinas D1, D2, D3 e D4 confeccionam guardanapos 14x14 cm e estão representadas pelas seguintes matrizes de transição; entretanto, há a rebobinadora Rb que rebobina papel para essas 4 máquinas:

$$\begin{matrix} & \text{RB} & \text{MD1} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{bmatrix} \text{RB} \\ \text{MD1} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9993 & 0 & 0 & 0,0007 \\ 0 & 0 & 0,9997 & 0 & 0,0003 \\ 0 & 0 & 0 & 0,9825 & 0,0175 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & & & & \end{matrix} \quad (4)$$

$$\begin{matrix} & \text{RB} & \text{MD2} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{matrix} \text{RB} \\ \text{MD1} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9993 & 0 & 0 & 0,0007 \\ 0 & 0 & 0,9996 & 0 & 0,0004 \\ 0 & 0 & 0 & 0,98 & 0,02 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

$$\begin{matrix} & \text{RB} & \text{MD3} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{matrix} \text{RB} \\ \text{MD1} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9993 & 0 & 0 & 0,0007 \\ 0 & 0 & 0,999 & 0 & 0,001 \\ 0 & 0 & 0 & 0,97 & 0,03 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

$$\begin{matrix} & \text{RB} & \text{MD4} & \text{I} & \text{D} & \text{R} \\ \begin{matrix} \text{RB} \\ \text{MD1} \\ \text{I} \\ \text{D} \\ \text{R} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,9993 & 0 & 0 & 0,0007 \\ 0 & 0 & 0,9995 & 0 & 0,0005 \\ 0 & 0 & 0 & 0,982 & 0,018 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

Observa-se que os estados absorventes nas matrizes 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 são Despacho e Refugo.

## 4. FÓRMULA DE CÁLCULO DO CUSTO

A fórmula utilizada para calcular os custos para os guardanapos 20x23 cm e 30x33 cm foi elaborada, considerando as probabilidades de absorção, isto é, a probabilidade de uma caixa ser completada e despachada (SHAMBLIN & STEVENS, 1979):

$$C = \frac{1}{P_a} (Mp + n_p \cdot P + n_i \cdot I + D - P_R \cdot R) \quad (8)$$

Onde:

$P_a$  – probabilidade de absorção para o despacho;

$M_p$  – custo com matéria prima;

$N_p$  – número esperado de vezes que passa produção;

$P$  – custo de produção;

$n_i$  – número esperado de vezes que passa pela inspeção;

$I$  – custo com inspeção;

$D$  – custo com despacho;

$P_R$  – probabilidade de ser absorvido para o estado refugo;

$R$  – custo com refugo.

Para calcular os custos para os guardanapos 14x14 cm, houve um acréscimo na fórmula, devido aos custos da rebobinadora, isto é,

$$C = \frac{1}{P_a} (Mp + n_{Rb} \cdot Rb + n_p \cdot P + n_i \cdot I + D - P_R \cdot R) \quad (9)$$

Onde:

$n_{Rb}$  – número esperado de vezes que passa na rebobinadora;

$R_b$  – custo da rebobinadora.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Calculou-se  $(I - N)^{-1}$ , para cada matriz de transição e após, obteve-se a probabilidade de absorção de dado estado absorvente, através de  $(I - N)^{-1} \cdot A$ , para cada matriz, isto é:

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,9999 & 0,00049994 \\ 0,9997 & 0,00029999 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 1,} \quad (10)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,9993001 & 0,0006999 \\ 0,9995 & 0,0005 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 2,} \quad (11)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,9997 & 0,00029998 \\ 0,9998 & 0,0002 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 3,} \quad (12)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,98151770 & 0,01848229 \\ 0,982205 & 0,17794 \\ 0,9825 & 0,0175 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 4,} \quad (13)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,97992 & 0,02107 \\ 0,9796 & 0,02093 \\ 0,9799 & 0,02000 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 5,} \quad (14)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,9683516 & 0,0316483 \\ 0,9690299 & 0,030969 \\ 0,96999 & 0,02999 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 6,} \quad (15)$$

$$(I - N)^{-1} \cdot A = \begin{bmatrix} 0,9808219 & 0,019178 \\ 0,981509 & 0,01849 \\ 0,981999 & 0,01799 \end{bmatrix}, \text{ para a matriz 7,} \quad (16)$$

Assim, para uma matriz, por exemplo, matriz 4, tem-se a probabilidade de um caixa ser completada com sucesso é de 0,98.

### 5.1. Cálculo dos custos

Inicialmente, define-se custo médio, como o custo obtido, através do processo Markoviano e custo-padrão, como o custo utilizado e empregado pela empresa. No cálculo dos custos médios, levaram-se em consideração todos os custos citados pela empresa, isto é, custo com matéria-prima (papel e embalagens), com logística, comissões de venda, aluguel, manutenção de máquinas, salários de funcionários (12 funcionários diretos), impostos, despesas com contabilidade. Utilizando as fórmulas acima especificadas em (8) e (9), obtiveram-se os custos dos guardanapos. A Tabela 1 mostra o resultado dos custos.

TABELA 1 – Descrição dos custos médios.

Guardanapo	Custos Médios obtidos através das fórmulas 8 e 9 em reais
14x14	3,03
20x23	11,01
30x33	21,99

A Figura 4 mostra a comparação entre os custos obtidos, através das cadeias de Markov e custo-padrão da empresa.

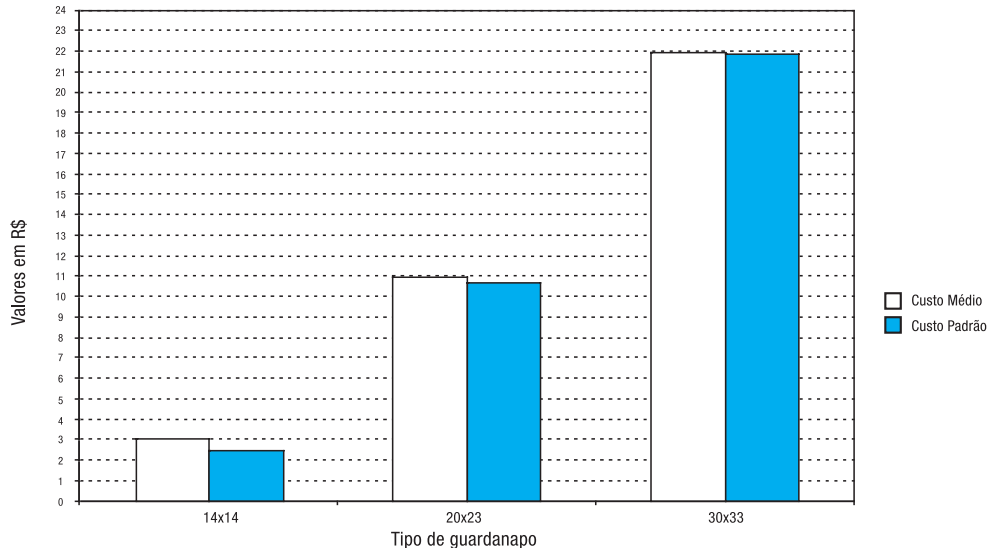


FIGURA 4 – Descrição dos custos médios obtidos pela cadeia de Markov e custos-padrão da empresa.

Nota-se que os custos obtidos, através das cadeias de Markov, foram maiores nos três tipos de guardanapos, embora as diferenças entre os dois custos variassem, conforme mostra a Tabela 2.

TABELA 2 – Descrição da diferença entre eles dos custos médios, padrão da empresa.

Guardanapo	Varição entre custo médio e custo padrão da empresa (R\$)	%
14x14	0,55	22
20x23	0,33	3,1
30x33	0,11	0,5

Nota-se na tabela 2 que as variações entre o custo-médio e custo-padrão foram diferentes para os três tipos de guardanapos, percebe-se que no tipo 14x14 cm esta variação foi considerável, de 22% acima do utilizado pela empresa, sugere a necessidade de rever a metodologia atual de negócios da empresa.

No guardanapo 20x23 cm, a diferença ficou em torno de 3,1% acima, e já no guardanapo 30x33 cm, ficou em torno de 0,5%.

Estas variações, embora maiores em um, menores em outro podem ser significativas quando se trata de ganhos financeiros, conforme o volume de vendas e, assim, pode limitar esses ganhos e comprometer os lucros da empresa e a competitividade.

Nas probabilidades obtidas, verifica-se que no guardanapo 30x33 cm, a probabilidade de absorção era de 0,99%, onde havia um número muito pequeno de perdas, razão pela qual o valor estimado do custo pelas cadeias Markov estar bem próximo ao valor-padrão da empresa.

Já no guardanapo 14x14 cm, as perdas são maiores, a probabilidade de absorção ficou na média de 0,97, explicando o porquê do valor estimado estar bem acima do valor do custo-padrão da empresa.

## 6. CONCLUSÕES

Neste cenário muito mais competitivo, devido à globalização da economia, com novas tecnologias, processos de produção cada vez mais eficientes, há uma necessidade de buscar ferramentas que atendessem às necessidades impostas por este novo cenário do mundo dos negócios. E as cadeias de Markov é uma excelente ferramenta que pode ser utilizada para resolver muitas situações físicas ou econômicas. Para isto, há necessidade da definição de um passo ou de estado e uso da probabilidade.

Neste trabalho, nota-se que trabalhar com as cadeias de Markov, para a determinação de custos, é vantajoso, pois permite uma visão mais realista em comparação com a forma tradicional de tomada de decisões, com base em dados determinísticos, como a produção, uma vez que com as cadeias de Markov podem-se determinar as probabilidades que uma caixa tem para ser completada com sucesso e ser despachada, bem como as probabilidades de matérias que vão para o refugo.

Conclui-se então que o uso das cadeias de Markov, de uma maneira simples pode contribuir de modo eficaz e relevante, para a gestão de custos das empresas, principalmente de guardanapos de papel.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORNIA, Antonio Cezar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DE GROOT, M.H. **Probability and statistics**. California: Addeson-Wesley Publishing, p.723, 1989.
- DIMURO, G. P.; REISER, R. H. S.; COSTA A. C. R.; SOUZA, P. L. R. Modelos de Markov e Aplicações. In: **VI Oficina de Inteligência Artificial**, Pelotas: Educat, pp.37-59, 2002.
- FARINA, E.M.M.Q. A teoria dos mercados contestáveis e a teoria da organização industrial: um artigo-revisão. **Estud Econ**, 20: pp.5-28, 1990.
- FERGUSON, C.E. **Microeconomia**. Trad. de AG Barbassa, AP Brandão. 18ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária; 1994.
- GUERREIRO, R. **Sistema de custo direto padrão: estruturação e processamento integrado com os princípios de contabilidade geralmente aceitos**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, São Paulo, 1984.
- KAPLAN, Robert S.; COPPER, Robin. **Custo & Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. São Paulo: Futura, 1998.
- KAPLAN, Robert S., COOPER, Robin. **Custo & Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. 2ª. ed., São Paulo: Futura, 2000.
- IUDÍCIBUS, S. **Contabilidade gerencial**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- LEONE, George S. Guerra. **Curso de contabilidade custos**. São Paulo: Atlas, 1997.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 2ª. ed., São Paulo: Atlas, 1980.
- MARTINS, Sônia Sevilha. O Controle na manufatura como ferramenta para a competitividade. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos**. pp. 531-548. Belo Horizonte: PUC, 1997.

- NAKAGAWA, Masayuki. **Gestão estratégica de custos: conceito, sistemas e implementação.** São Paulo: Atlas, 1993
- PAGLIARO, R. A. **Custos de refeições em Unidades de Alimentação e Nutrição: uma aplicação para a Divisão de Alimentação COSEAS/USP,** em 1997. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas/Faculdade de Economia e Administração /Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 1999.
- PARISI C. **Uma contribuição ao estudo de modelos de identificação e acumulação de resultado.** Dissertação de Mestrado - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP São Paulo, 1995.
- PINDYCK, R.S., RUNBINFEL, D.L. **Microeconomia.** São Paulo: Makron Books, 1994.
- PORTER, M, E. **Vantagem Competitiva.** Campus: Rio de Janeiro, 1989.
- SANTOS, Joel José dos. **Análise de custos.** 2ª. ed., São Paulo: Atlas, 1990.
- SILVA, W. F. da. **Contribuição da Simulação de Monte Carlo na projeção de cenários para gestão de custos na área de laticínios.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Itajubá, 2004.
- SHAMBLIN, J. E. & STEVENS G. T. **Pesquisa Operacional.** São Paulo: Atlas, 1979.
- VASCONCELLOS, M.A.S., TROSTER, R.L. **Economia básica.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- TUNG, Nguyen H. **Orçamento empresarial e custo-padrão.** 4ª. ed., São Paulo: Edições Universidade-Empresa, 1994.