

# Análise dos fatores que podem contribuir para a variabilidade no processo de envase de erva-mate do tipo moída grossa

*Alcindo Martins Lima<sup>1</sup>*

*Fani Dornelles<sup>2</sup>*

## Resumo

O estudo realizou-se em uma ervateira de pequeno porte com capacidade de produção de 6000 kg/dia, que enfrentava variações de peso no processo de envase da erva-mate tipo moída grossa nas embalagens de papel e de laminado de 1 kg. Para analisar tal situação, utilizaram-se ferramentas para avaliação e melhoria de processos como: histograma, diagrama de Ishikawa, gráficos de controle por variáveis, GUT e análise de correlação de Pearson que oferecem a possibilidade de investigar os fatores que podem interferir na variabilidade. No presente estudo, utilizou-se também o controle estatístico de processo (CEP), método que auxilia no controle eficaz da qualidade e uma ferramenta de grande utilidade, pois sinaliza as possíveis fontes de desvios de qualidade, permitindo correções e interações com o processo.

**Palavras-chave:** Controle estatístico de processo. Erva-mate. Qualidade.

## Abstract

The study was carried out in a mate (erva-mate) industry of small size whose production capacity is of 6000 kg/day, that passed through variability situations in the packing of the thick ground type of mate (erva-mate) in paper or tin foil packages of one kilo. In order to analyze such a situation, it was utilized the tools for assessment and improvement of processes such as: histogram, Ishikawa's diagram, controlling graphics by variables, GUT and Pearson's correlation analysis that offer the possibility of investigating the factors which can interfere with the variability. In the present study, was used the statistical control of process (CEP) wich is a method that helps in the effective control of quality and a tool of great utility, since it signals the possible sources of deviation in quality, allowing corrections and interactions with the process.

**Keywords:** Statistical control of process. Mate (erva-mate). Quality.

## 1 Introdução

O presente artigo relata um estudo de caso que teve como objetivo utilizar o Controle Estatístico de Processo (CEP) para investigar os fatores que podem contribuir e/ou interferir na variabilidade de peso no processo de envase da

erva-mate moída grossa em embalagens de 1 kg, quando utilizados os dois tipos diferentes de material: papel Kraft e laminado. O estudo realizou-se em uma ervateira na região central do Rio Grande do Sul, com capacidade de produção de 6000 kg/dia, que mantém seis

<sup>1</sup> Professor de Organização e normas da Fundação Liberato, mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria. E-mail: alcindo@portoweb.com.br

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria. E-mail: fanidornelles@terra.com.br

funcionários e um coordenador de produção. A empresa atua no mercado desde abril de 1997.

A erva-mate *Ilex paraguariensis* tem sua origem na América do Sul, ocorrendo naturalmente na Argentina, Brasil e Paraguai. A Região Sul do Brasil é a maior produtora de folhas, matéria-prima utilizada na fabricação de bebidas típicas como o chimarrão e o tererê. Segundo Valduga, Finzer, Mosele (2003), 90% do consumo da erva-mate se dá na forma de chimarrão, uma infusão com água quente preparada em recipientes típicos conhecidos como cuias.

A qualidade da erva-mate, diz Duarte e Waszczynskyj (2000), é estabelecida por um conjunto de critérios que caracteriza a matéria-prima para o uso e a aplicação industrial a qual se destina. A qualidade da matéria-prima é a determinante da qualidade do produto final, dessa forma, a partir da estimativa de parâmetros qualitativos e quantitativos, de um planejamento adequado e do controle do processo de produção, a qualidade do produto industrializado deveria estar assegurada. Cabe ao invólucro, recipiente ou embalagem, preservar a qualidade do produto e garantir satisfação e segurança alimentar ao consumidor de chimarrão. A erva-mate oferecida ao mercado consumidor nesta forma de apresentação é a responsável pela sustentabilidade do setor ervateiro.

Para garantir a qualidade do produto, o industrial ervateiro tem utilizado diferentes tipos de embalagens, por ser mais usadas as de papel kraft ou monolúcido.

O papel kraft é fabricado a partir de uma mistura de fibras curtas e longas, provenientes de polpas de madeiras macias. Esta mistura de fibras confere ao papel características de resistência mecânica. Pode ser laminado com alumínio ou recoberto com parafina. O papel monolúcido é semelhante ao papel Kraft, entretanto apresenta menor resistência mecânica, sendo fabricado com 100% de fibras curtas. Caracteriza-se por possuir brilho em uma das faces, obtido diretamente nas máquinas de papel, dotadas de cilindro monolúcido.

## 2 Controle estatístico de processo (CEP)

Pode-se dizer que o controle estatístico de processo (CEP) nasceu com o trabalho pioneiro de Walter A. Shewhart, na década de 1920, com o estudo da aleatoriedade dos processos industriais. O autor desenvolveu um sistema que permitiu determinar se a variabilidade de um processo era realmente aleatória ou devia-se a causas especiais.

Segundo Davis, Aquilano, Chase (2001), Shewhart criou os fundamentos do CEP atual que contemplam, basicamente, o desenvolvimento a interpretação dos resultados de gráficos de controle de processos e a utilização de técnicas para identificação de causas de problemas e oportunidades de melhoria da qualidade. É importante ressaltar que o CEP permite a monitoração contínua do processo, possibilitando uma ação imediata, assim que um problema for detectado, coerente com a filosofia que preconiza a construção da qualidade dentro do processo e a prevenção de problemas.

Ao utilizarem-se as ferramentas estatísticas no controle de processos, encontram-se expressões do tipo “Processo sob controle estatístico” e “Processo fora de controle estatístico”, que resultam da interpretação obtida com os dados coletados quanto à sua variabilidade. A variabilidade natural, devido à aleatoriedade inerente à natureza, torna praticamente impossível a produção de dois produtos ou serviços idênticos. As fontes da variabilidade podem ser controláveis como qualidade da matéria-prima, ajuste de máquinas, métodos utilizados, habilidade dos operadores e outros, ou incontroláveis, devido a causas aleatórias. Como a variabilidade somente pode ser descrita em termos estatísticos, são necessários métodos estatísticos para auxiliar na melhoria na Qualidade (DEMING, 1990). O conceito de variabilidade é absolutamente crucial para a compreensão de todas as técnicas não só de CEP, mas também de qualquer método estatístico, e não são raros os casos em que as pessoas que aplicam as técnicas de CEP não dispõem de uma clara idéia a respeito.

Os passos a serem seguidos incluem a medição do processo, a eliminação das suas variações, para torná-lo consistente, o monitoramento e a melhoria do desempenho em relação aos seus padrões e especificações. Seus benefícios são o aumento da consistência, a melhoria da qualidade, o aumento da produção e redução de desperdícios como “retrabalho” e paradas na linha de produção (MONTGOMERY, 1997).

Conforme Maranhão e Macieira (2006), aprimorar um processo significa melhorar a sua média e reduzir a sua variabilidade. Reduzir a variabilidade é o mesmo que reduzir o desvio padrão, tornar o processo mais regular, mais previsível ou mais preciso. Segundo Contador (2004), as vantagens mais importantes da aplicação do CEP nas operações de empresa são:

- reduzir a variabilidade das características críticas dos produtos de forma a se obter uma maior uniformidade e segurança dos itens produzidos;
- permitir a determinação da real viabilidade de atender às especificações do produto ou necessidades dos clientes, em condições normais de operação;
- implantar soluções técnicas e administrativas que permitam a melhoria da qualidade e principalmente o aumento da produtividade;
- possibilitar o combate às causas dos problemas ao invés de seus efeitos, de modo a erradicá-los definitivamente do sistema de trabalho. As pessoas ficam mais motivadas a conseguirem melhores resultados, porque os ganhos com as economias obtidas são permanentes, e os benefícios advindos geram um melhor ambiente de trabalho.

## 2.1 Histogramas

Histograma é um gráfico composto por retângulos justapostos em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe, e a sua altura à respectiva frequência. Quando o número de dados aumenta indefinidamente, e o intervalo de classe tende a zero, a distribuição de frequência passa para uma distribuição de

densidade de probabilidades. A construção de histogramas tem caráter preliminar em qualquer estudo e é importante indicador da distribuição de dados. O histograma pode indicar se uma distribuição aproxima-se de uma função normal, como pode indicar mistura de populações quando se apresentam bimodais. É uma ferramenta para visualizar graficamente a distribuição de frequência dos resultados de um processo. Este gráfico de colunas permite visualizar a distribuição dos dados do processo indicando se o mesmo está atendendo às especificações.

## 2.2 Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita, e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, mas inversa, ou seja, quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2002).

## 2.3 Diagrama de causa e efeito

Quando se trata especificamente de processos, define-se produto como resultado de um processo. O processo é causa, enquanto o produto é efeito ou consequência. Esta ferramenta foi idealizada por Kaoru Ishikawa, engenheiro japonês, reconhecido como um dos maiores pensadores da qualidade. Ishikawa (1993) afirma que existe uma relação de causa e efeito direta em todas as transformações de nosso interesse. Tudo o que ocorre como efeito em qualquer processo tem uma explicação causal, sendo assim para modificar o efeito, é necessário alterar o conjunto de causas. Sob esta visão, se houver problemas no resultado é porque alguma das causas originais, ou uma combinação delas, não foi apropriada aos intentos e precisa ser corrigida. Para solucionar os problemas, é fundamental conhecer quais são as causas geradoras de tais problemas.

Os diagramas de causa e efeito são também conhecidos pelos nomes de diagramas de espinha de peixe, diagramas de Ishikawa ou apenas Ishikawa.

#### 2.4 GUT

GUT é um método de priorização das ações. Segundo Maranhão e Macieira (2006), “a priorização de ações é uma das necessidades básicas em qualquer atividade, independente de sua natureza (técnica, administrativa, social, política, etc.)”. GUT é a abreviatura das palavras-chave do método e tem o seguinte significado:

G (gravidade) – refere-se ao custo de produção, se o processo não for controlado, se nenhuma ação for tomada.

U (urgência) – tem como foco o prazo, ou seja, o tempo que será necessário para evitar as conseqüências do desvio do processo.

T (tendência) – refere-se às possibilidades que o desvio poderá assumir se nada for feito.

É necessário, em primeiro lugar, relacionar as possíveis causas e atribuir valores numéricos de 1 a 5 para cada variável, “G”, “U” e “T”, após multiplicar os valores (GxUxT) e classificá-los por ordem de grandeza. O resultado será a priorização dos elementos, por ordem de grandeza, aferida no processo de consenso sobre os pesos atribuídos.

### 3 Método e material do estudo

Na investigação das causas da variabilidade, inicialmente, observaram-se os intervenientes do processo de envase da erva-mate para tanto, foram elaborados formulários para a coleta dos dados levantados durante trinta dias de acordo com as demandas de fabricação. Dos tipos de erva-mate beneficiadas na empresa estudada, optou-se pela erva-mate moída grossa, embalada em material laminado e papel, na quantidade de 1000 gramas. Depois de reunidos os dados, analisaram-se os tipos de embalagens que a empresa adota. A ervateira possui máquina eletrônica de envase com bicos dosadores de três momentos que, em seqüência, descarregam 70%, 20% e, por

último, 10% da erva-mate processada. A erva-mate embalada em papel é pesada manualmente em uma balança eletrônica, já a embalada em laminado, após o envase, é encaminhada a uma esteira para que se efetive o fechamento em máquina seladora com barra aquecida estriada.

Para medir a temperatura e a umidade do ambiente onde a erva estava estocada, foram utilizados um termômetro e um higrômetro, respectivamente, por todo o período do levantamento dos dados. As amostras foram colhidas nos dias em que houve envase de erva-mate moída grossa nas embalagens de 1 kg, donde foram extraídas 22 (vinte e duas) amostras, cada uma de cinco embalagens. Para elaborar cálculos e gráficos escolheu-se o *software SPSS Data Editor 15.0 evolution version* e Planilha de cálculo Excel (2003).

Nas visitas à ervateira, analisou-se o processo de forma sistêmica, para identificar as causas fundamentais de variabilidade e os pontos críticos importantes. No estudo, foram usadas as ferramentas do CEP e as acessórias como: os histogramas e os gráficos de controle por variáveis, GUT, o diagrama de Ishikawa e análise de correlação de Pearson. Nas cartas de controle, foram utilizados os limites inferior (LIE) e superior (LSE) de especificação definidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

### 4 Resultados e discussão

Analisando-se os histogramas nas figuras 1 e 2, a partir das amostras coletadas constata-se que as embalagens de papel apresentam uma maior concentração em torno da média das amostras, mas descentrada em termos de especificação, o peso tende para um valor aproximado de 1002,5 g. Ou seja, ocorre uma perda no processo de envase devido a esta tendência. Os valores abaixo segundo o critério de análise do Inmetro poderiam ser compensados pelo ganho de água que ocorre no pós-envase neste tipo de embalagem. No caso do laminado,

observa-se maior dispersão dos dados em torno da média e do valor nominal, que não são compensados pelo ganho de água. No primeiro caso, existe uma variação para valores acima de 1000 g (lado direito) e, no segundo, observam-se variações tanto para a direita quanto para a esquerda das especificações, o que irá exigir certamente um maior rigor no controle de qualidade deste processo.

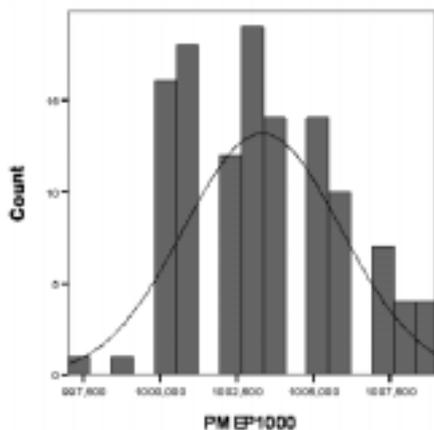


Figura 1 – Histograma dos pesos médios da embalagem de papel

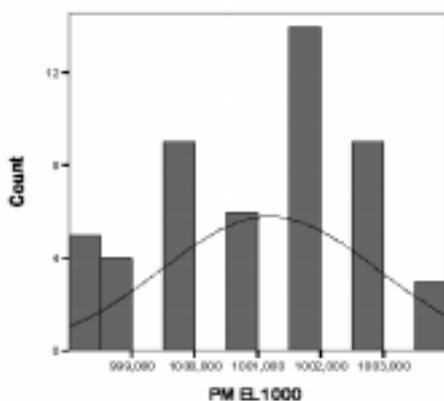


Figura 2 – Histograma dos pesos médios da embalagem laminada

#### 4.1 Especificações e resultados do processo

Para comparar o processo com as especificações, utilizou-se o índice de capacidade que na embalagem de papel laminado resultou em 1,10619. Como a média do processo não coincidiu com o valor nominal, calculou-se Cpk (índice de capacidade do processo para atender à média e à variabilidade especificada) e obteve-se 0,29203,

classificando-se o processo como incapaz de atender às especificações.

No caso da embalagem de papel para a especificação de  $995 \text{ g} \pm 10$ , encontrou-se um valor de 0,80617 para Cpk, o que o classifica como incapaz de atender às especificações fixadas. Ambos os processos foram classificados como incapazes de atender às especificações, o que induz ao aprofundamento na investigação do comportamento das variáveis que estão atuando sob ambos, posto que não foram detectadas causas especiais, aumentando o desafio de tornar o processo produtivo de acordo com os parâmetros exigidos.

Analisando-se os gráficos das médias, tanto da embalagem de papel quanto da laminada, bem como os gráficos das amplitudes, conforme figuras 3, 4, 5 e 6, que detectam alterações na dispersão, pode-se verificar que o processo está sob controle estatístico. Não se visualiza, em nenhum dos gráficos, pontos fora dos limites, o que indica não existirem causas especiais atuando.

#### 4.2 Correlação de Pearson ( $r^2$ )

É importante analisar no estudo os valores mais significativos que contribuem para confirmar uma série de hipóteses sobre as causas da variabilidade do processo. Para a análise da correlação, estabeleceram-se seis variáveis, que são peso médio de envase, amplitude média do envase, umidade do envase, temperatura ambiental, tempo de trabalho do operador e a porcentagem de palitos encontrada nas amostras. Identificou-se uma forte correlação entre a temperatura ambiental e a umidade do envase, como o valor  $-0,70$  ( $R < 0$ ) e uma tendência a variar em sentido negativo, isto é, um aumento na variação da temperatura ambiental do envase, provocando uma diminuição na umidade. O que leva a concluir a importância do controle da temperatura, a seguir constatada no diagrama de Ishikawa, como uma das possíveis soluções para a diminuição da variabilidade. O cálculo de  $r^2$  indica que 49% da variação de uma das variáveis são determinadas pela variação de outra. Sendo  $r^2$  o coeficiente de determinação que expressa a relação entre a variação explicada pelo modelo e a variação

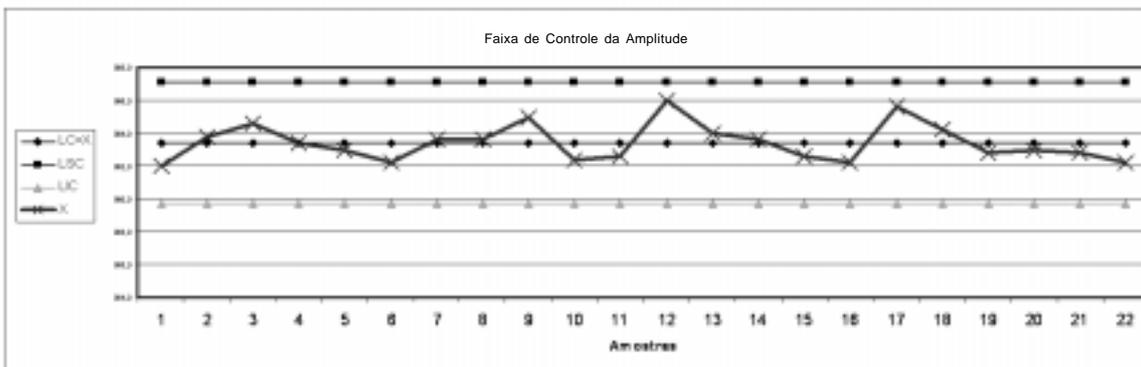


Figura 3 – Carta de controle para média - embalagem de papel

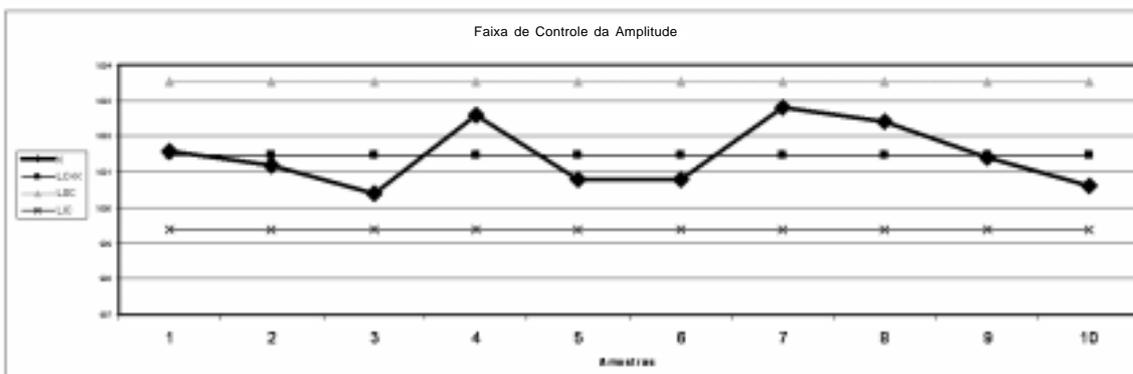


Figura 4 – Carta de controle para média – embalagem de laminado  
Fonte: Dados coletados pelos autores do estudo na empresa

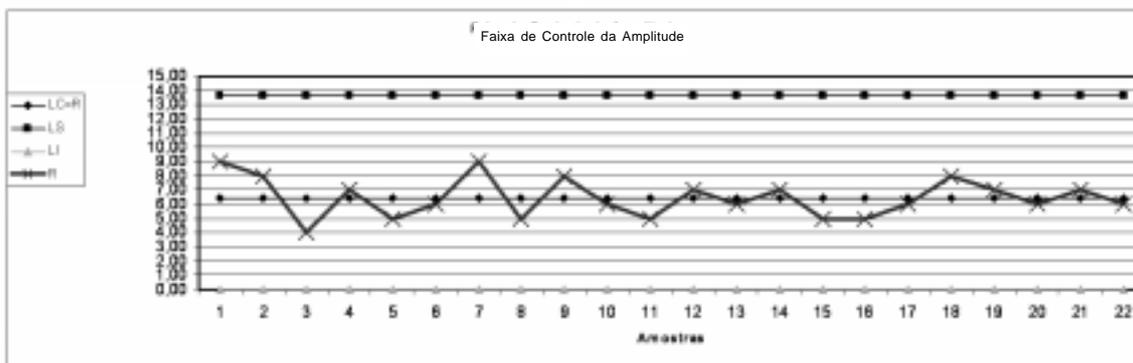


Figura 5 – Carta de controle para amplitude – embalagem de papel

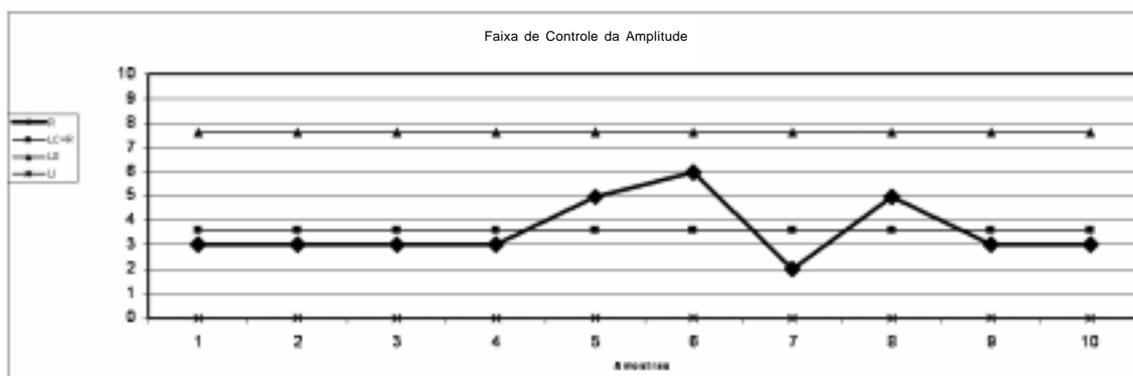


Figura 6 – Carta de controle para amplitude – embalagem laminada

total. Quanto maior o valor de  $r$ , maior o percentual da variação explicada em relação à variação total. Os valores de  $r^2$  podem variar de 0 a 1.

Encontrou-se entre o tempo de trabalho e o peso médio uma correlação moderada (- 0,48), não existe uma significativa relação, mas uma tendência a variar em sentido negativo,  $r^2$  indica que 23,04% da variação do peso médio é explicado pelo tempo de trabalho.

Na análise do papel laminado, também se utilizaram, como critério as relações mais fortes que podem influenciar a instabilidade do processo. A relação mais forte encontrada foi de 0,75 entre o tempo de trabalho e a porcentagem de palitos presentes nas embalagens. Pelo cálculo de  $r^2$ , evidenciou-se que 56% da variável porcentagem de palitos é determinada ou explicada pelo tempo de trabalho. Outra relação relativamente forte encontrou-se entre a porcentagem de palitos e a umidade de envase, indicada pelo valor de 0,63, resultando no cálculo de  $r^2$  que aponta que 40% de uma das variáveis é explicada pelo comportamento da outra (relação direta). Uma relação moderada inversa foi encontrada no valor de -0,52, entre o peso médio e o tempo de trabalho, indicando um nível de explicação de uma variável em relação a outra de 27%. E, por último, o valor de -0,60 entre o peso médio de envase e a porcentagem de palitos, indicando um valor de 36% para  $r^2$ . Esta análise é importante para que se obtenha o nível de influência de uma variável sobre outra e, a partir disso, possa-se planejar ações efetivas para diminuição da variabilidade do processo.

#### 4.3 Rotina de análise do processo

A partir de uma reunião de trabalho com a participação da equipe operacional e administrativa, encaminhou-se a realização de um *brainstorming*, traduzido literalmente como “tempestade cerebral” na qual buscou-se a geração de idéias para desencadear o processo em direção a uma análise mais aprofundada a respeito das variações e suas conseqüências para a empresa. A partir dos resultados, elaborou-se um Diagrama de Ishikawa (5M), para identificação

das possíveis causas dos problemas e para determinação de medidas corretivas a serem adotadas.

O efeito investigado, no presente estudo, é o peso da embalagem fora da especificação e as suas possíveis causas são indicadas, a seguir, de acordo com as categorias do diagrama.

- Categoria Método: as principais causas encontradas estão ligadas às rotinas de controle de regulagem, tanto da balança quanto da máquina de envase, bem como em relação à documentação que permite a confiabilidade dos processos de calibragem. Foram apontadas também a falta de controle da umidade do ar na estocagem da matéria-prima, o excesso de sujeira no processo de medição do peso (pó), defasagem tecnológica da empresa responsável pela calibragem e o excesso de tempo que é despendido com a compensação do peso (retrabalho).

- Categoria Meio Ambiente: encontrou-se uma relação de causas que apontam para a falta de regulagem da temperatura no ambiente de trabalho, a iluminação deficiente em determinados pontos da fábrica (estocagem e controle da qualidade) e a falta de controle da umidade durante o processo de envase, podendo esta ser uma das causas da variabilidade, em função da aderência das partículas de erva nos bicos dosadores e da instabilidade na corrente elétrica que alimenta a máquina de envase.

- Categoria Máquina: as causas apontadas foram a falta de regulagem, a falta de manutenção e a forma de atuação em três ciclos, que requer um controle mais preciso em relação ao seu funcionamento.

- Categoria Mão-de-obra: na categoria mão-de-obra foram relacionados o cansaço físico e mental do operador, a falta de período de descanso, a falta de treinamento, a falta de atenção, a pressa no processo de medição quando ocorre excesso de demanda de trabalho, a leitura errada da medição, a falta de experiência, a falta de rodízio entre os colaboradores e a falta de equipamento de proteção individual.

- Categoria Matéria-prima: as causas elencadas foram o número elevado de palitos, a falta de uniformidade dos palitos, a elevada umidade relativa do ar e a temperatura inadequada na estocagem.

#### 4.4 Análise das causas apontadas e possibilidades de contribuição para melhoria do processo

Apontadas as causas, foram levantadas as possíveis soluções para a melhoria do processo. Para conter os efeitos das causas da categoria método, sugeriu-se a implantação de um sistema de controle mensal da regulação dos equipamentos de medição utilizados, bem como registro através de documentação dos resultados. Esta medida, além de aumentar a vida útil do equipamento utilizado, demonstrará para os órgãos legais a preocupação da empresa em atender às normas vigentes. Outra medida importante foi a de monitorar a atuação da empresa que realiza a regulação quanto à tecnologia e à capacitação da mão-de-obra empregada, através de perícia (consultoria) externa. Para diminuir o excesso de sujeira, o consenso do grupo apontou para a implantação de uma verificação e respectivo procedimento de limpeza, a cada intervalo de uma hora. Em relação à umidade do ar constatada, indicou-se a instalação de equipamento para climatização do local onde é estocada a matéria-prima, o que possibilitará a homogeneidade de todos os ingredientes. Quanto ao excesso de tempo despendido para compensação do peso fora de especificação, o comitê foi unânime em reconhecer que, se tomadas as providências citadas, a quantidade de tempo despendida no retrabalho irá declinar significativamente.

A proposta de solução para as causas da categoria meio ambiente apontou na direção da instalação de um higrômetro, que permitirá um maior controle do nível de umidade e impedirá suas conseqüências no processo de envase e no peso do produto. Quanto à iluminação, optou-se por um novo projeto que privilegiasse as áreas consideradas críticas e se adequasse à legislação vigente. O problema da instabilidade da corrente será sanado com a instalação de um estabilizador de voltagem e sugeriu-se também a elaboração de um estudo de viabilidade para aquisição de um gerador próprio.

Em relação à categoria máquina, as duas primeiras causas apontadas já foram analisadas e indicados os respectivos procedimentos

para a sua anulação na categoria “método”. Quanto à modificação nos ciclos da máquina de envase, a equipe de manutenção ficou encarregada de fazer contato com o fabricante da máquina no sentido de diminuir seus ciclos de três para um.

Como possíveis soluções para a categoria mão-de-obra, indicou-se a implantação de um período de descanso, por turno de trabalho e a adoção de um programa de ginástica laboral associados à realização de exames médicos periódicos que, além de exigência legal, contribuem para um operador menos estressado e com maior produtividade. Também sugeriu-se maior fiscalização no uso de equipamentos de proteção individual e na adoção de um sistema de rodízio laboral integrado a um programa de treinamento para novos funcionários.

Para evitar a ocorrência das situações indicadas na categoria matéria-prima, optou-se pela implantação de um sistema de filtragem do produto antes do processo de envase, no sentido de homogeneizar a quantidade e o tamanho dos palitos. Quanto à questão da temperatura e da umidade, a possível solução já foi exposta na categoria método.

#### 4.5 Priorização das possíveis soluções

Após nova reunião da equipe foram eleitas as prioridades a serem atendidas, utilizando para tal a ferramenta GUT (gravidade, urgência e tendência). O resultado encontrado foi, respectivamente manter a matéria-prima em ambiente climatizado; implantar programa de treinamento; implementar um programa de manutenção da máquina de envase; instalar aparelho para estabilizar a voltagem; manter rotina de manutenção da balança e da máquina de envase; estabelecer rodízio funcional.

Constatou-se, nesta busca em direção a estabilidade do processo produtivo e ao atendimento das especificações fabris e legais, que existem muitas pequenas causas que influenciam no processo em estudo. Verificou-se que a sua erradicação demanda medidas gerenciais e de investimentos a curto prazo, mas os resultados, dadas as características encontradas, exigirão um maior período de tempo para sua avaliação. O importante é que se agregue ao

grupo de profissionais o espírito de uma cultura organizacional que busque constantemente a excelência.

## 5 Conclusão

No estudo, evidenciou-se que o CEP é uma ferramenta simples em sua aplicação e rica nos resultados que podem ser apresentados sobre o comportamento do processo. Ela possibilita, muitas vezes, rápidas ações de controle pela equipe de operação e não se pode tornar um mero indicador de não-conformidades, pois oferece um vasto número de informações que bem compreendidas e associadas a outras técnicas estatísticas e qualidade pode apontar as melhorias a serem feitas.

Segundo Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2001), a erva-mate é considerada um alimento higroscópico e particularmente sensível à umidade, na medida em que esta facilita à sua deterioração. O limite de vida útil de produtos alimentícios desidratados, como a erva-mate, é estabelecido pela própria quantidade de umidade e atividade de água. Conseqüentemente, uma das recomendações é a utilização de material de embalagem com baixa permeabilidade, de modo a manter o nível aceitável de umidade. Embora as evidências de que as embalagens laminadas apresentam maior variabilidade, quando comparadas às de papel, concluiu-se que, se tomadas as medidas sugeridas no presente trabalho, a empresa, em médio prazo, poderá, além de garantir maior vida útil ao produto, desenvolver um processo de fabricação mais confiável e conquistar uma maior satisfação dos consumidores.

## Referências

- ANDERSON, David J.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. Tradução da 2. ed. Norte-americana. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- CONTADOR, J.C. - **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.
- DAVIS, M.M.; AQUILANO N.J.; CHASE R.B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.
- DEMING, W.E. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.
- DUARTE, F.; WASZCZYNSKYJ, N. Análise sensorial de extratos de erva-mate: seleção e treinamento de julgamentos. In: II Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, III Reunião Técnica da Erva-mate, Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 97-98.
- INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº74, de 25 de maio de 1995. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 12 out.2007.
- ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total** (à maneira japonesa). 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.
- MARANHÃO, M; MACIEIRA, M.E.B. **O processo nosso de cada dia**; Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA, 2001.
- VALDUGA, A.T.; FINZER, J.R. D; MOSELE, S.H. **Processamento de erva-mate**. Erechim: Edifapes, 2003.

