

- **Título: Avaliação do desempenho do processo de envase de suco usando as ferramentas do Controle Estatístico do Processo**
- **Autores:** Modesto, V. S.; Antunes, M. A.

Introdução: o Controle Estatístico do Processo (CEP) traz diversas vantagens para a empresa, dentre elas, a possibilidade de redução da variabilidade das especificações do produto oriundo do processo analisado. Desta maneira, o CEP pode contribuir para melhoria da qualidade, da produtividade, da confiabilidade e do custo do produto. De acordo com Montgomery (2013) e Deleryd (1999), são quatro os índices de capacidade do processo para dados normalmente distribuídos: C_p , C_{pk} , C_{pm} e C_{pmk} . Estes índices são números adimensionais que permitem uma quantificação do desempenho de processos. O índice de Capacidade Potencial do Processo (C_p) compara a variabilidade existente entre os limites das especificações (dados pelo projeto) e os limites das especificações do processo (dados pelos limites dos gráficos de controle). É uma razão definida pela Equação (1) em que: LSE é o limite superior de especificação; LIE é o limite inferior de especificação e, σ é o desvio-padrão do processo.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (1)$$

Este índice relaciona a variabilidade permitida ao processo, especificada no projeto, com a variabilidade natural do processo. Com isso tem-se que quanto maior for o valor de C_p , maior será a capacidade do processo em satisfazer às especificações, desde que a média esteja centrada no valor nominal. Uma regra prática, conforme Montgomery (2004) para analisar este índice é definir três intervalos de referência: processo incapaz ($C_p < 1$, produz acima de 2700 itens Não Conformes – INC), processo aceitável $1 \leq C_p \leq 1,33$ (entre 64 a 2700 INC) e, $C_p \geq 1,33$ (abaixo de 64). Kane (1986) propôs o índice de desempenho C_{pk} , que leva em consideração a distância da média do processo em relação aos limites de especificação. Este índice é dado pela Equação (2). Em que LSE é o limite superior de especificação; LIE é o limite inferior de especificação; μ é a média do processo e σ é o desvio-padrão do processo.

$$C_{PK} = \min \frac{\bar{X} - LSE}{3\sigma}; \frac{LIE - \bar{X}}{3\sigma} \quad (2)$$

Se o processo estiver centrado no valor nominal de especificação, $C_p = C_{pk}$. Então, caso C_p seja diferente de C_{pk} , sabe-se que o processo está descentrado, isto é, que a média não coincide com o valor nominal das especificações. As interpretações do índice C_{pk} podem ser

feitas pela regra mostrada para o índice C_p , já que a análise da capacidade do processo é feita usando-se estes dois índices em conjunto. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a variabilidade do peso do suco de açaí, envasado em embalagens cartonadas de 250 mL e de 750 mL, com o auxílio de técnicas do controle estatístico do processo. Os objetivos específicos foram: a) revelar a variabilidade do peso do suco de açaí através das cartas de controle; b) determinar capacidade do processo de envase do suco de açaí; c) analisar se os sucos envasados em embalagens contendo 250 mL e 750 mL atendem à legislação vigente (INMETRO, 2008). **Materiais e métodos:** O estudo foi realizado em uma fábrica de bebidas e os dados obtidos através da pesagem de amostras coletados de duas máquinas distintas, sendo que uma envasa o suco em embalagens cartonadas de 250 mL e outra de 750 mL. Duas amostras foram coletadas aleatoriamente de 30 em 30 minutos e o peso delas registrados numa Folha de Verificação. Os dados foram organizados em uma planilha eletrônica do Microsoft Excel e analisados com o auxílio do software “MiniTab”, abordados por estatística descritiva. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e partir deles foram construídos as Cartas de Controle para Médias \bar{X} e amplitude R. Para o gráfico de médias, Limite superior de controle $LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$; Linha central $LC = \bar{\bar{X}}$ e Limite inferior de controle $LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$. Para o gráfico de amplitudes: Limite superior de controle $LSC = D_4 \bar{R}$, Linha central $LC = \bar{R}$; Limite inferior de controle $LIC = D_3 \bar{R}$, sendo A_2 , D_3 e D_4 , constantes tabeladas (MONTGOMERY, 2013). Foram determinados os índices de capacidade c_p e c_{pk} para determinar se o processo é capaz de atender os preceitos estabelecidos. E, realizou-se análise da legislação para comprovar se os produtos atendem a lei pertinente, não lesando o cliente. **Resultados:** O resumo das Médias e dos Desvios-padrão dos pesos dos sucos de 250 mL e 750 mL por turnos. está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Médias e Desvios Padrão dos pesos dos sucos de 250 mL e de 750 mL

Turnos	Médias do peso (g) do suco de 250 ml	Desvio Padrão suco de 250 ml	Médias do peso (g) suco de 750 ml	Desvio Padrão suco de 750 ml
A	272,2	±0,6977	818,4	±1,089
B	272,1	±0,8553	818,4	±0,9813
C	272,5	±0,7263	819	±1,224

Fonte: A autora, 2019.

A Carta de controle para 250 ml não mostrou variabilidade anormal, mas, a máquina de 750 mL apresentou 5 pontos fora do limite, sendo eles 7, 8, 14, 16 e 17. As causas especiais foram identificadas. Ambos processos de enchimento, de 250 ml e 750 ml foram classificados incapazes. Podem gerar 150.000 unidades e 50.0000 unidades, respectivamente, de não

conformidades a cada milhão produzido. Na Figura 1, a seguir a carta de controle para médias e amplitude das amostras de sucos embalados em unidades de 250ml.

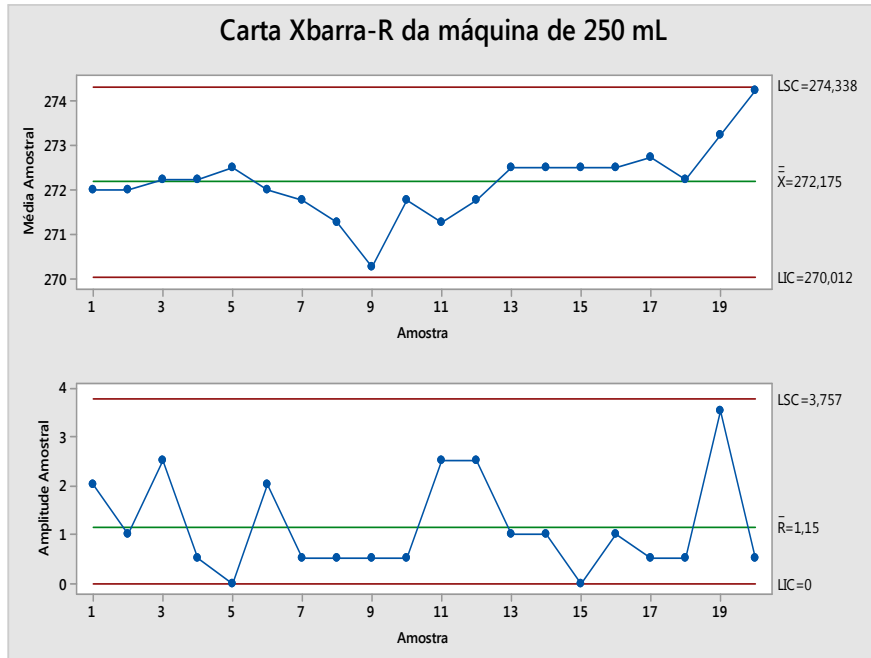


Figura 1: Carta de Controle para máquina de 250 mL (\bar{X} - R) . Fonte: A autora, 2019.

Na Figura 2, a seguir a carta de controle para médias e amplitude das amostras de sucos embalados em unidades de 750ml.

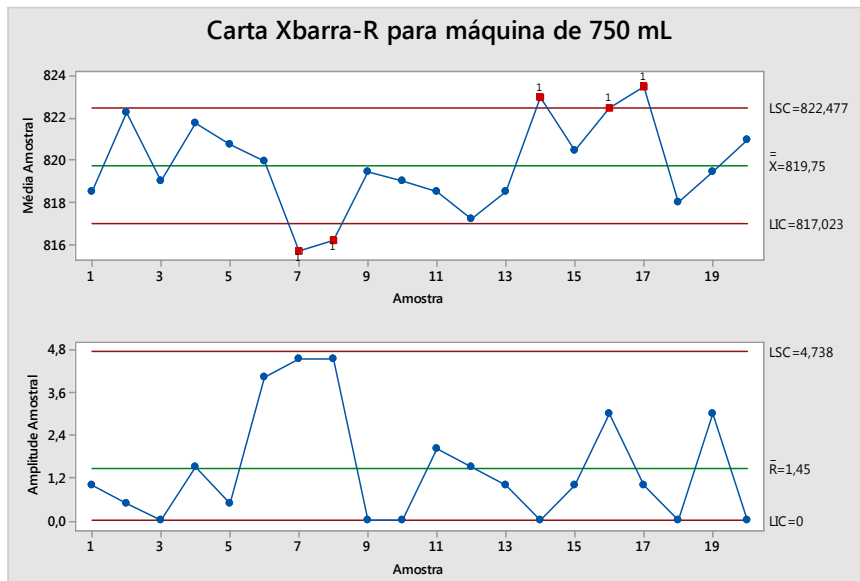


Figura 2: Carta de Controle para máquina de 750 mL (\bar{X} - R)

Fonte: A autora, 2019

Os resultados permitiram classificar os processos estatisticamente como incapazes. Porém, ressalta-se que os produtos envasados e comercializados nas embalagens de 250 ml e de 750 ml atendem a legislação, uma vez que, os valores $250,64 > 249,67$ e $753,10 > 749,30$. Na Figura 5, os resultados da Capacidade do processo para máquina de 250 mL .

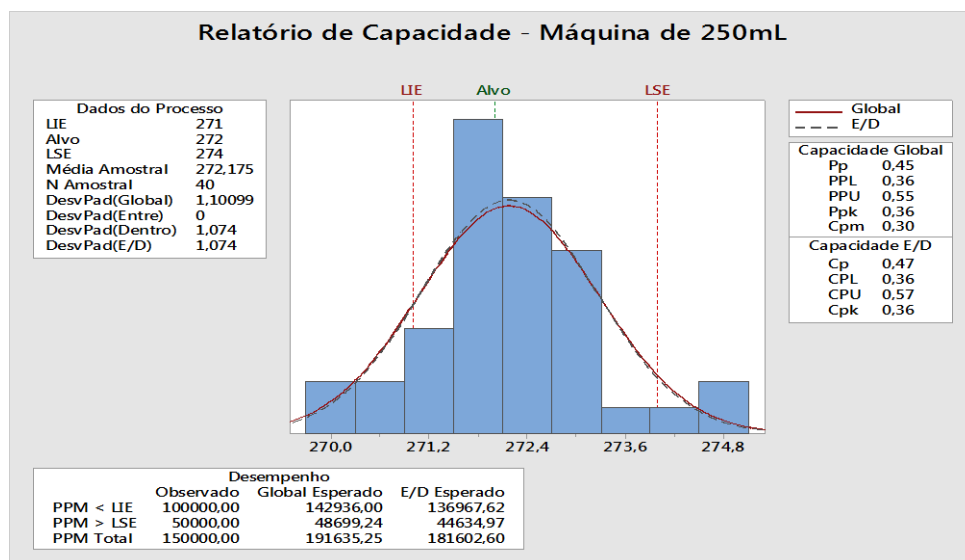


Figura 3: Capacidade do processo para máquina de 250 mL Fonte: A autora, 2019

Na Figura 6, os resultados da Capacidade do processo para máquina de 750 mL .

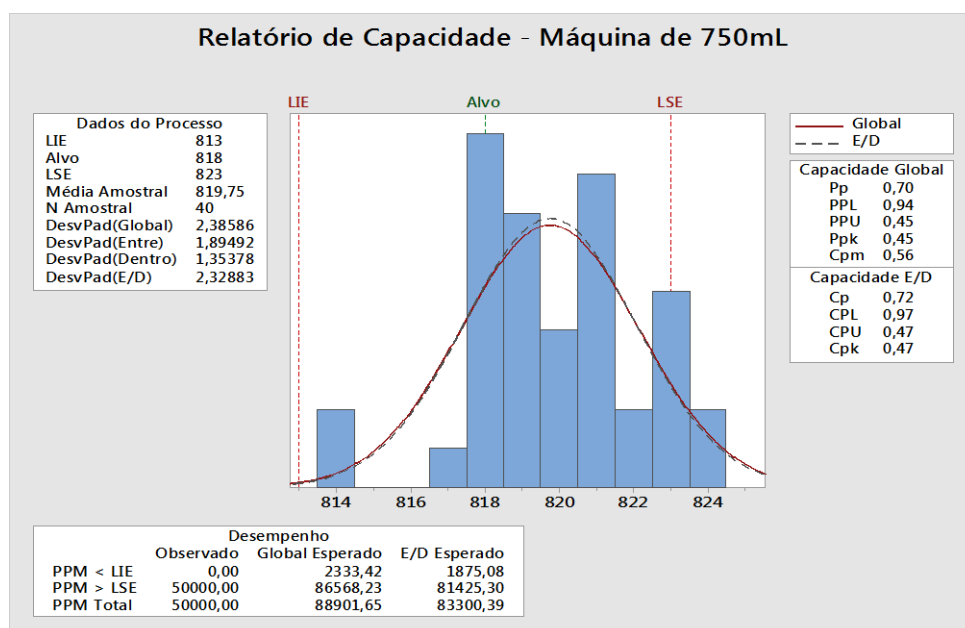


Figura 4: Capacidade do processo para máquina de 750 ML Fonte: A autora, 2019

Dessa maneira, comprovou-se que ambos os produtos atendem as exigências da lei, sem prejuízo ao consumidor. Nos dados apresentados na Tabela 2, a síntese das informações obtidas acerca do processo estudado.

Tabela 2: Síntese dos resultados obtidos

Máquina de envase	Turno	Média	Desvio Padrão	Capacidade (C_{pk})	PPM aferido	Sob controle	Processo Satisfatório
Máquina 250mL	A	272,2	0,6977	Incapaz	150.000	Sim	Não
	B	272,1	0,8553				
	C	272,5	0,7263				
Máquina 750mL	A	818,4	1,089	Incapaz	50.000	Não	Não
	B	818,4	0,9813				
	C	819,0	1,224				

Fonte: A autora, 2019

Conclusão. A análise dos dados permitiu concluir que treinamento para os operadores e manutenção corretiva dos equipamentos devem ser as atividades alvo para correção do processo de envase do suco de açaí, pois, de modo geral, o processo não é satisfatório. Entretanto, os processos da empresa satisfazem aos critérios da legislação, não lesando o cliente.

Referências

MONTGOMERY, D.C. Tradução: FARIAS A. M. L., FLORES V. R. L. F.

Controle Estatístico da Qualidade. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

DELERYD, M. The effect of Skewness on estimates of some process capability indices. **International Journal of Applied Quality Management**, v. 2, n. 2, p. 153-186, 1999.

INMETRO – Portaria nº 248. **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.** Julho, 2008.

KANE, V. E. Process capability indices. **Journal of Quality Technology**, v. 18, n. 1, p. 41-52, 1986.