



PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE EM UM FABRICANTE DE SUCOS

Brenda de Queiroz Viana⁽¹⁾; Caio Augusto Nunes Marques⁽²⁾
Bolsista⁽¹⁾; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará, *campus Quixadá*; breehqueiroz@gmail.com. Orientador⁽²⁾;
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,
campus Quixadá; caio.marques@ifce.edu.br.

1. RESUMO Atender às necessidades dos clientes de forma eficiente é um dos principais pilares das empresas atuais. Sendo assim, a empresa deve buscar meios que garantam a qualidade de seus produtos, visando uma antecipação das necessidades dos clientes. O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de frutas, atendendo a mercados interno e externo em constante expansão. A produção de sucos de frutas conta com legislação específica para assegurar a qualidade dos produtos. Devido ao grande volume produzido diariamente em uma indústria, naturalmente existirá variabilidade entre as unidades produzidas. A etapa de envase dos sucos requer controle no que diz respeito, em especial, ao volume envasado nas embalagens. Dessa forma, o objetivo principal desse projeto é analisar o processo de envase de sucos de frutas e elaborar gráficos de controle \bar{X} -S em uma indústria de sucos. O Controle Estatístico de Processos é utilizado para detectar inconformidades nos processos analisados e monitorar a qualidade dos produtos em produção. O processo de envase será analisado por meio de dados do setor da qualidade em uma empresa produtora de sucos de frutas localizada no estado do Ceará. Através da análise desses dados foi possível desenvolver gráficos de controle \bar{X} -S para verificar se o processo de envase do suco de sabor caju, embalagem de 500mL encontrava-se sob controle estatístico ou não durante o mês de janeiro de 2019. Espera-se que o diagnóstico do processo de envase sirva como base para a implantação de propostas de melhoria, assim como o desenvolvimento de novos projetos. **PALAVRAS-CHAVE:** Gestão da Qualidade; Variabilidade; Controle Estatístico de Processos.

2. INTRODUÇÃO

O setor agroindustrial sempre foi um dos mais importantes na economia brasileira. O Brasil possui condições climáticas e geográficas favoráveis para produção de frutas, destacando-se como o terceiro maior produtor mundial (CNA BRASIL, 2017), ficando atrás apenas da China e da Índia (SEBRAE, 2015). O Ceará é o sexto maior produtor de frutas e o terceiro maior exportador do Brasil (RODRIGUES et. al, 2018), possuindo cerca de 90 mil hectares cultivados, que abrangem 64 municípios capazes de produzir polpas de frutas tropicais destacando principalmente abacaxi, acerola, açaí, cacau, caju, goiaba, graviola, manga e maracujá (RODRIGUES et. al, 2018).

Existe uma grande variedade de frutas a serem utilizadas pelas empresas para a produção de sucos, sejam eles concentrados ou prontos para o consumo. Para produzi-los, o processamento das frutas passa por várias etapas, iniciando na extração de suco, inativação enzimática, refino, desaeração, pasteurização, conservação por processo químico, acondicionamento asséptico e por fim o envase, conforme relatado por Moraes (2006) numa adaptação de Rosenthal et al. (2003). Como alternativa para as empresas controlarem o processo de envase e detectarem possíveis problemas e defeitos, surge o Controle Estatístico de Processos (CEP).

De acordo com Montgomery (2016), o controle estatístico do processo consiste em uma poderosa coleção de ferramentas de resolução de problemas, útil na obtenção da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade. O autor ainda relata que desde 1924, a aplicação de métodos estatísticos voltados para a melhoria da qualidade passou a ser realidade ao Shewhart desenvolver o conceito de gráficos de controle estatístico juntamente com o começo do controle estatístico da qualidade.



Martins e Laugen (2005) recomendam cinco fases para realizar o controle de variáveis: determinar os limites do gráfico para cada variável a ser controlada; retirar cada amostra e medir sua média e amplitude; alocá-las nos gráficos verificando se seus valores se situam entre os limites superior (LSC) e inferior de controle (LIC) para garantir se o processo está sob controle; e, por fim, analisar se existe alguma necessidade de ação corretiva. Através dos gráficos de controle, o CEP permite identificar se o processo está sob controle ou não, de modo a verificar se existem anormalidades no processo que poderiam produzir produtos não conformes, auxiliando na prevenção dos defeitos em um determinado processo de manufatura por meio do monitoramento do próprio processo (POZZOBON, 2001).

Para Costa, Epprecht e Carpinetti (2010), um processo pode estar sob controle e ser pouco capaz ou pode estar fora de controle e ainda assim ser capaz, de modo que não há relação direta e obrigatória entre estabilidade e capacidade. Ao se analisar um processo por meio de gráficos de controle \bar{X} e S, é possível analisar tanto a variabilidade instantânea (capacidade do processo a curto prazo) como da variabilidade ao longo do tempo (capacidade do processo a longo prazo) (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2010).

Nesse trabalho, objetivou-se a análise do processo de envase de sucos de frutas industrializados para a elaboração de gráficos de controle \bar{X} -S para monitoramento do volume envasado dos sucos.

3 METODOLOGIA/RESULTADOS

Para determinar a classificação mais adequada deste estudo, definiu-se uma metodologia de natureza aplicada, com caráter explicativo-descrito, de abordagem quali-quantitativa, enquadrada em uma pesquisa-ação. Foi executado um levantamento bibliográfico para a construção de uma base de conhecimento sólida para o desenvolvimento da revisão de literatura, feita em livros como o de Montgomery (2016) e Costa, Epprecht e Carpinetti (2010), além de artigos científicos publicados em revistas e congressos.

A análise dos dados se deu através de tabelas de controle de volumes normatizadas pelo INMETRO, por meio das quais foram selecionadas 20 unidades amostrais de garrafas de 500mL para cada uma das 25 amostras (subgrupos racionais) coletadas. As 20 garrafas foram retiradas a cada 1 hora de produção e seu volume envasado foi medido. Por meio das amostras, foi possível elaborar dois gráficos de controle: um gráfico \bar{X} , para analisar a média do volumes; envasado de suco e um gráfico S, para verificar o desvio-padrão encontrado no processo. A partir dos gráficos, será possível avaliar se o processo de envase encontra-se sob processo ou não e analisar quais as possíveis causas que podem estar interferindo no mesmo.

Para o cálculo dos limites de controle do gráfico S, utilizou-se as fórmulas (01), (02) e (03), conforme apresentadas abaixo:

$$LIC = u_s - L\sigma_s = c_4\sigma_x - L\sigma_x\sqrt{(1 - c_4^2)} = \bar{s} - \frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{(1 - c_4^2)} \quad (01)$$

$$LM = u_s = c_4\sigma_x = \bar{s} \quad (02)$$

$$LSC = u_s + L\sigma_s = c_4\sigma_x + L\sigma_x\sqrt{(1 - c_4^2)} = \bar{s} + \frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{(1 - c_4^2)} \quad (03)$$

O valor da constante c_4 é encontrado na Tabela 1 de acordo com o tamanho amostral (n) adotado. Como o subgrupo é de $n = 20$, adota-se $c_4 = 0,9869$ tanto para o gráfico \bar{X} quanto para o S. Os limites de controle para o gráfico S possui valores de $LIC = 2,42$, $LM = 4,76$ e $LSC = 7,09$.



Tabela 1 – Constantes do Gráfico de Controle do desvio-padrão (S).

n	c ₄	n	c ₄	n	c ₄	n	c ₄
2	0,7979	8	0,9650	14	0,9810	20	0,9869
3	0,8862	9	0,9693	15	0,9823	21	0,9876
4	0,9213	10	0,9727	16	0,9835	22	0,9882
5	0,9400	11	0,9754	17	0,9845	23	0,9887
6	0,9515	12	0,9776	18	0,9854	24	0,9892
7	0,9594	13	0,9794	19	0,9862	25	0,9896

Fonte: Adaptado de Montgomery (2016).

Já para o cálculo dos limites de controle do gráfico \bar{X} utilizou-se as formulas (04), (05) e (06), conforme apresentadas abaixo:

$$LIC = \mu_{\bar{X}} - L\sigma_x = \mu_x - L \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - L \frac{\bar{S}}{c_4\sqrt{n}} \quad (04)$$

$$LM = \mu_{\bar{X}} = \mu_x = \bar{\bar{X}} \quad (05)$$

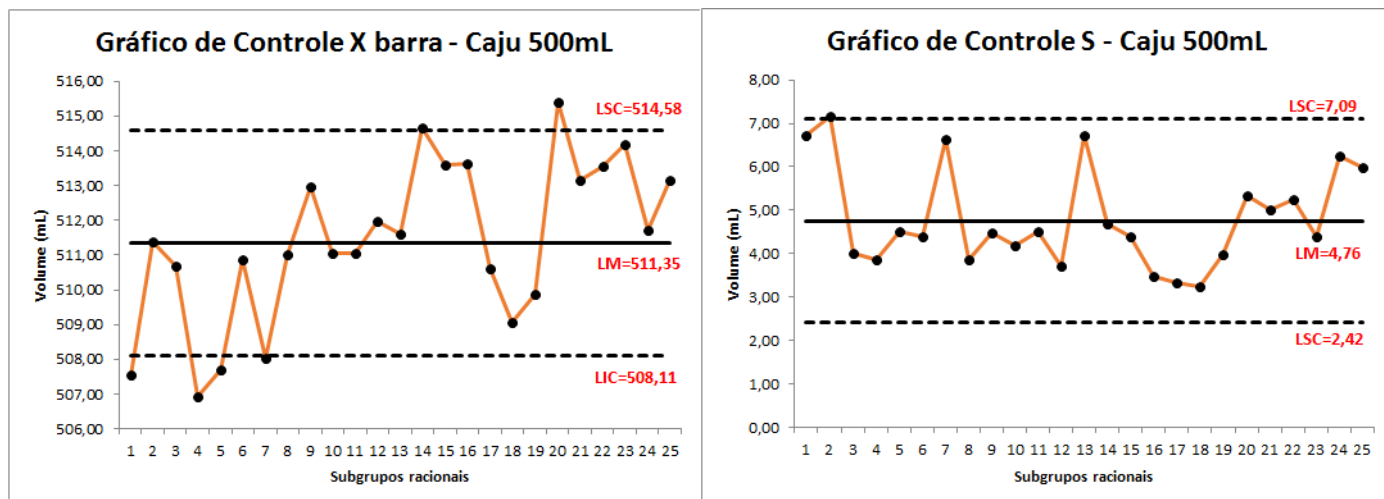
$$LSC = \mu_{\bar{X}} + L\sigma_x = \mu_x + L \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + L \frac{\bar{S}}{c_4\sqrt{n}} \quad (06)$$

Os limites de controle para o gráfico \bar{X} possuem valores de LIC = 508,11, LM = 511,35 e LSC = 514,58.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos por meio da análise de 25 subgrupos racionais relativos à primeira quinzena do mês de janeiro, para o envase dos sucos de caju de 500mL. Ao selecionar os dados, calcularam-se o Limite Inferior de Controle (LIC), Linha Média (LM) e Limite Superior de Controle (LSC) para desenvolver os gráficos. Ao plotar os dados, foi possível elaborar os gráficos de controle \bar{X} -S, apresentados na figura 1 abaixo:

Figura 1 – Gráficos de Controle \bar{X} -S



Conclui-se que o processo de envase do suco de caju 500mL encontra-se fora de controle estatístico, com os pontos 1, 4, 5, 7, 14 e 20 fora dos limites de controle estabelecidos no gráfico de



controle \bar{X} e o ponto 2 no gráfico de controle S. O gráfico S não está sob controle devido um ponto encontrar-se fora dos limites, apesar de muito próximo. Dessa forma, supõe-se que pode resultar de um erro tipo 1 com possibilidades de cair fora dos limites de controle sem causa especial existente. Além disso, o gráfico de controle \bar{X} também se encontra fora de controle com cerca de 11,35mL sendo envasados a mais em cada garrafa. Esse fato demonstra que o processo não está estável e possui uma alta variabilidade no processo, o que implica que não existe um controle no volume envasado de suco.

Dessa forma, sugere-se a aplicação de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa para determinar quais as possíveis causas que fizeram com que esses pontos saíssem dos limites de controle.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Controle Estatístico de Processos mostrou-se uma ótima ferramenta a ser utilizada para monitorar a variabilidade e garantir a qualidade, estabilidade e eficiência de um processo. Observou-se que o processo analisado possuía alguns pontos fora dos limites de controle calculados para a elaboração dos gráficos de controle \bar{X} -S. Dessa forma, possíveis causas especiais como trocas de turno, troca de colaboradores, máquina desregulada, entre outros, podem ter contribuído para que esses valores estejam acima do limite médio desejado. Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se aplicar o Diagrama de Ishikawa para analisar as possíveis causas que fizeram com que esses pontos estivessem fora do esperado. Em seguida, deve-se buscar tornar o processo estável e utilizar os gráficos de controle para monitoramento do volume envasado de suco.

6. REFERÊNCIAS

CNA, Confederação Nacional da Agricultura. Disponível em:

<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/fruticultura_balanco_2017.pdf>. Acesso em: 07 set. 2011.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 334 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2005

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7 ed. Rio de Janeiro: LCT, 2016.

MORAES, I. V. M. **Produção de Polpa de Fruta Congelada e Suco de Frutas**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://sbri.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE3>>.

POZZOBON, E. M. P. **Aplicação do Controle Estatístico do Processo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/adriano/disser/estela.pdf>>. Acesso em 24 set. 2018.

RODRIGUES, et al. **Projeto Industrial – Polpas de Frutas**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.deq.ufc.br/uploads/projeto_final_equipe_01_-_vers%C3%A3o_final.pdf>. Acesso em 21 out. 2018.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Panorama do setor no Brasil**. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2018.