

Introdução de ferramentas do controle estatístico de processos (CEP) em uma agroindústria de beneficiamento de alho: um estudo de caso

Lacielly Maiara Ribeiro Araújo (UFV-CRP) – lacielly.araujo@ufv.br

Igor dos Santos (UFV-CRP) – igor.santos1@ufv.br

Rafaella de Souza Henriques (UFV-CRP) – rafaellah@ufv.br

Resumo: Este trabalho mostra a implantação de ferramentas do Controle Estatístico de Processos (CEP) em uma agroindústria de beneficiamento de alho localizada no interior do estado de Minas Gerais, visando obter um processo com menor variabilidade de um dos fatores de qualidade do produto: o diâmetro do bulbo do alho. O trabalho inicia uma breve apresentação da produção brasileira de alho. Em seguida, o referencial teórico retoma todos os tópicos essenciais ao trabalho. Assim, entramos no estudo de caso, no qual foi descrito o processo produtivo do alho e a metodologia de coleta de dados. Logo realizou-se aplicações de ferramentas do CEP para analisar o processo e, com base nesses resultados foram apresentadas duas sugestões de melhoria que poderão minimizar a alta variabilidade do fator de qualidade estudado.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processos; Beneficiamento de Alho; Fator de Qualidade; Diâmetro.

1. Introdução

A cultura do alho se originou no sul da Ásia, chegou ao Brasil, segundo a ANAPA (2004), em meados da década de 70, através do trabalho de um grupo de japoneses, no município de Curitiba/SC. Desde então, o alho tem se tornado um dos produtos mais produzidos no país, ocupando o quinto lugar entre as hortaliças de maior relevância econômica no Brasil, sendo o país um dos maiores produtores e consumidores mundiais.

Contudo, a produtividade média brasileira ainda é baixa (4.030 Kg/ha), conforme Mascarenhas & Rocha (1991). A nível nacional, Minas Gerais tem papel de destaque, respondendo por 25% da produção de alho do país, sendo o segundo maior produtor, dividindo a liderança com o Estado de Goiás (ANUÁRIO, 1993). Segundo Lara (2010), cinco municípios respondem por 84% da produção mineira de alho que está concentrada na região do Alto Paranaíba, onde estão os produtores mais tecnificados.

O cultivo do alho cresce a cada ano e com isso crescem também as perspectivas de melhorias na qualidade do produto e seu valor de mercado. A cultura do alho, além de ter um alto custo de produção, é uma grande geradora e empregadora de mão de obra, em média a cada hectare plantado são gerados dez postos de trabalho, sendo quatro diretos e seis indiretos.

O alho produzido no Brasil é cultivado em regiões que favorecem em sua qualidade, tanto na questão estética como gastronômica, e seu consumo é defendido pelos produtores e pela ANAPA, que sempre reforçam as qualidades do alho nacional.

Para Morozini *et al.* (2005), no cultivo do alho, existem variáveis que se apresentam devendo ser observadas, seja no sistema de produção, na venda do produto e na exigência do

mercado, devendo desta forma manter um constante planejamento e controle financeiro, buscando principalmente, a redução dos custos e o aumento da produtividade, para garantir um produto de qualidade e competitivo. De acordo com Souza (1990), diversos fatores, tais como o menor peso de bulbos, a presença de anormalidades fisiológicas e o grande número de bulbilhos por bulbo, fazem com que as cultivares brasileiras apresentem baixo valor comercial. Para Kreuz *et al.* (1995), há de considerar, as implicações do nível tecnológico na qualidade do alho, pois existe uma relação direta entre a tecnologia utilizada e a produção de bulbos de melhor classificação. Lucini (2005) enfatiza que o fator mais importante para o sucesso da atividade está no tamanho e qualidade do alho semente, por isso escolhe-se os alhos das classes 6,7 e 8, que são os que atingem melhores cotações de mercado.

Segundo informações da empresa estudada, a qualidade do alho está fortemente relacionado à questão visual. A junção entre tamanho e uniformidade apresenta-se como crucial para seu preço, assim quanto maior seu diâmetro, unido a um produto arredondado e bem nivelado, maior seu valor de mercado. Esta relação é uma das maiores metas a cada safra do produto. Dessa forma, o fator de qualidade a ser estudado é o diâmetro do bulbo do alho. Portanto, esse artigo tem como objetivo analisar o processo de produção do alho em termos da variabilidade do diâmetro dos bulbos. Para tal, primeiramente foi realizado um referencial teórico dos temas essenciais ao estudo. Em seguida, inicia-se o estudo de caso com a descrição do processo produtivo e a coleta de dados. Assim, os dados foram analisados por gráficos de controle e índices de capacidade. Por fim, a partir da análise dos resultados são sugeridas melhorias que visam diminuir a variabilidade do processo.

2. Referencial Teórico

2.1 Controle Estatístico de Processos

A qualidade de um produto pode ser vista por diferentes perspectivas, para Montgomery (2004), a qualidade é inversamente proporcional à variabilidade. Ramos (1995) destaca que em todo processo existe uma variação decorrente de inúmeros fatores e que para não acarretarem prejuízos futuros é necessário controle ou fiscalização sobre as mesmas.

Soares (2001), diz que para ser feito um controle ou uma fiscalização desses fatores o Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) é dividido em dois métodos, a Aceitação por Amostragem, também conhecida por inspeção do produto acabado, a qual avalia os produtos após a produção dos mesmos, e o Controle Estatístico de Processo (CEP), que focaliza o processo enquanto o produto é feito.

O CEP é uma ferramenta estatística que permite uma descrição detalhada do comportamento do processo, através da inspeção por amostragem de processos, com o objetivo de identificar variabilidade no mesmo, possibilitando seu controle ao longo do tempo, através da coleta continuada de dados, análise e bloqueio de possíveis causas especiais, responsáveis pela instabilidade do processo em estudo. Através do monitoramento pelos próprios operadores, o CEP permite uma rápida identificação de anomalias, proporcionando consistência e previsibilidade no processo, visando à atuação e tomada de decisões na busca de melhorias (PIRES, 2000).

2.2 Análise da capacidade de processo

Juran (1993), define processo sendo uma série sistemática de ações direcionadas para a consecução de uma meta. Montgomery (2004) diz que para quantificar e analisar a variabilidade de um processo em relação às exigências ou especificações do produto, as

técnicas estatísticas podem ser úteis em todo o processo, o uso destas técnicas para este fim chama-se de análise da capacidade do processo.

Para que seja feita a análise de capacidade de um processo, inicialmente, é necessário que seja feita a interpretação da distribuição da variável a ser monitorada e seja estimada a média e a variabilidade dos valores individuais, para, então determinar os limites naturais do processo (PIRES, 2000).

De acordo com Montgomery (2004), três técnicas fundamentais são utilizadas na análise da capacidade de um processo: histogramas ou gráficos de probabilidade, gráficos de controle e experimentos planejados.

2.3 Gráficos de controle \bar{X} (X-barra) e R

Os gráficos de controle são basicamente registros de dados mensurados em um ponto crítico do processo, construídos num sistema de coordenadas cartesianas. Segundo Vieira (1999), um gráfico de controle típico exibe três linhas paralelas: a central, que representa o valor médio do característico de qualidade; a superior, que representa o limite superior de controle (LSC); e a inferior, que representa o limite inferior de controle (LIC).

Segundo Vieira (1999), para planejar um gráfico de controle, é preciso estabelecer o tamanho da amostra e a frequência da amostragem, mas não existem fórmulas para determinar esses valores, em geral é possível escolher uma das duas estratégias:

- a) tomar amostras pequenas e frequentes;
- b) tomar amostras grandes e pouco frequentes.

Para Montgomery (2004), quando se trata de apenas uma medida de uma característica da qualidade, tal como o diâmetro em estudo, esta característica é então chamada de variável, e ao lidarmos com este tipo de variável se torna necessário monitorar tanto o valor médio da característica da qualidade como sua variabilidade. Segundo Pires (2000) os gráficos de controle mais utilizados no monitoramento de variáveis são os gráficos X-barra e R, respectivamente, para média e amplitude.

Portanto os gráficos de controle utilizados são os gráficos (X-barra) e R, Montgomery define o gráfico (X-barra) como o gráfico que monitora o nível médio da qualidade em um processo, enquanto o gráfico R mede a variabilidade de uma amostra. Segundo Pires (2000) observações coletadas de variáveis de processo podem seguir diferentes distribuições de probabilidade, mas que na maioria dos casos, a distribuição pressuposta para as variáveis monitoradas através dos gráficos de controle é a distribuição Normal.

Portanto seguindo o pressuposto de um distribuição normal, apresentamos a seguir as Equações 4,5,6 primeiramente para construção dos limites de controle do gráfico (X-barra) para m amostras:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{X} \quad \text{Eq. 4}$$

$$\text{Linha Central} = \bar{\bar{X}}$$

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{X} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

- A_2 é um valor obtido pela tabela de gráficos (X-barra) e R para limites de controle

3σ baseado em uma distribuição Normal.

$$-\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m} \quad \text{Eq. 6}$$

A variabilidade do processo pode ser monitorada plotando-se os valores das amplitudes amostrais R em um gráfico de controle. A linha central e os limites de controle para o gráfico R são definidas pelas Equações 7, 8, 9 e 10:

$$\text{LSC} = D_4 \bar{R} \quad \text{Eq. 7}$$

$$\text{Linha Central} = \bar{R}$$

$$\text{LIC} = D_3 \bar{R} \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

- D_3 e D_4 são valores obtidos pela tabela de gráficos (X-barra) e R para limites de controle 3σ baseado em uma distribuição Normal.

$$-\bar{\bar{R}} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad \text{Eq. 9}$$

$$-R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} \quad \text{Eq. 10}$$

Montgomery (2004) ressalta que as amostras para estudo devem ser selecionadas de modo a maximizar as chances dos deslocamentos na média do processo ocorrerem entre as amostras e, então, aparecerem como pontos fora de controle no gráfico (X-barra), e que da mesma forma para o gráfico R, as amostras devem ser selecionadas de modo que a variabilidade dentro das amostras meça apenas causas aleatórias ou casuais.

2.4 Índices de Capacidade de Processo

Existem alguns índices ou coeficientes que são usados em relação à capacidade do processo, denominados de C_p e C_{pk} . Wilson (1999) diz que o C_{pk} é o coeficiente de capacidade efetivas do processo, enquanto o C_p é o coeficiente de capacidade potencial do processo.

Segundo Pierozan (2001), o C_p é utilizado quando é possível assumir que o processo está centrado no valor médio, uma vez que o cálculo do C_p leva em conta apenas as especificações do processo e sua variabilidade. Segundo Montgomery (2004), para o cálculo de C_p em aplicações práticas usando uma estimativa do desvio padrão σ é dado pela Equação 2:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

- LSE: Limite superior de especificação.

- LIE: Limite inferior de especificação.

Para Wilson (1999) o índice C_{pk} , mede a habilidade do processo em produzir produtos dentro dos limites de especificação. Representando a diferença entre a média aritmética real do processo e o limite de especificação mais próximo, dividido por três vezes o desvio padrão. Pires (2000) enfatiza que o índice C_{pk} avalia a capacidade efetiva de um processo, verificando-se se o processo está centrado ou não. Portanto um novo cálculo que define uma nova razão da capacidade efetiva do processo que leve em conta a centralização do processo é definida pela Equação 3:

$$C_{pk} = \min\left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma}\right) \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

- LSE: Limite superior de especificação.
- LIE: Limite inferior de especificação.
- μ : estimativa da média do processo.

Segundo Pires (2000) algumas indústrias utilizam como parâmetro desejado de qualidade um $C_{pk} > 1,33$, correspondente a uma proporção de defeituosos de 0,00633%, mas que no geral o $C_{pk} > 1,0$ é a condição necessária para que a fração de defeituosos seja pequena, menor que 0,27% (ou 2700 ppm).

Portanto quando o $C_{pk} > 1,0$ isto significa que o processo em estudo apresenta características de qualidade normalmente distribuídas, estando centradas em valores de média, com desvio-padrão conhecido, assim poucos itens não conformes serão produzidos por esse processo. Pensando de forma analogicamente quando o $C_{pk} = 1,0$, o processo usaria portanto toda a faixa de tolerância, no qual teríamos uma fração de defeituosos em torno de 0,27% (ou 2700 ppm). Desta forma quando $C_{pk} < 1,0$, usaria mais de 100% da faixa de tolerância, o que nos leva a pensar que um grande número de peças não conformes seria produzido.

Segundo Montgomery (2004) a razão da capacidade de um processo (RCP) ou chamado também de índice C_p é uma medida da habilidade de um processo fabricar um produto que atenda as especificações. A tabela 3 apresenta diversos valores dessa razão juntamente com a ocorrência dos valores associados das falhas do processo, expressos em peças defeituosas ou não conformes do produto por milhão (ppm). Essas quantidades ppm foram calculadas com base nas seguintes suposições:

- a) A característica da qualidade tem distribuição normal;
- b) O processo esta sob controle estatístico;
- c) No caso de especificações bilaterais, a média do processo esta centrada entre os limite superior e inferior.

TABELA 1 – Valores da razão da capacidade de um processo (C_p) e falhas associadas (em ppm defeituosas) por um processo normalmente distribuído que está sob controle estatístico.

RCP	Especificações Unilaterais	Especificações Bilaterais
0,25	226628	453256
0,5	66807	133614
0,6	35931	71861
0,7	17865	36729
0,8	8198	16395
0,9	3467	6934
1	1350	2700
1,5	4	7
2	0,0009	0,0018

Fonte: (Montgomery, 2004).

3. Estudo de caso

3.1 O processo produtivo

Este estudo foi realizado numa agroindústria situada numa fazenda localizada no interior do estado de Minas Gerais. Esta que possui 2268 hectares, sendo 1721 cultiváveis e destinados a diversas culturas, sendo as principais a cenoura, o abacate, o alho e o café. Para a safra de 2013, a fazenda dedicou cerca de 135 hectares na cultura do alho, obtendo uma produção média de aproximadamente 18 ton./hectare, quase 5% da produção total no estado.

O alho do cerrado, como é chamado o alho em Minas Gerais, possui ciclo sazonal de plantio de Março até Maio, colheita de Junho á Setembro, com alta em Agosto e, após os lotes dos produtos seguem para a secagem. Em seguida, ocorre a etapa de beneficiamento que vai de Outubro a Dezembro. O processo de beneficiamento é realizado por um conjunto de máquinas unificadas, que com o auxílio de mão de obra manual, efetuam a limpeza, também chamada de toaletagem, seleção e classificação de alho.

O processo de limpeza é efetuado por escovas que giram e pressionam as cabeças de alho à medida que elas se deslocam nas esteiras. Essa dinâmica provoca a soltura das peles mais externas do alho, para que ele esteja com bom aspecto visual no final do processo.

A seleção ocorre manualmente e é feita por pessoas treinadas, esses funcionários, na maioria composta por mulheres, coletam restos de pele que possam atrapalhar o processo como também separam os bulbos do alho que possuem defeitos, como podres, com danos ou com não integralidade do bulbo.

A classificação é outra etapa fundamental no processo, e é feita através de telas que possuem buracos de vários diâmetros relacionados às classes do alho a ser vendido, essas telas são colocadas de forma a girar e vibrar levemente à medida que o alho se movimenta sobre elas, fazendo com que cada bulbo do alho possa cair em seu respectivo buraco que corresponde a sua classe ou tipo.

O beneficiamento de alho consiste em um processo de hierarquização com base em valor de vários tipos ou classes de produtos acabados, cada qual com sua característica e valor de mercado. Estes produtos acabados são:

a) Alho tipo 1 ao tipo 8: Após a classificação, o alho armazenado recebe uma numeração, esta refere-se ao diâmetro do bulbo, quanto maior a numeração maior o diâmetro, conseqüentemente maior valor de mercado.

b) Alho Sorriso: Por ser um produto frágil o alho pode soltar suas peles facilmente, muitas vezes o alho chega às esteiras para ser coletado sem nenhuma pele, com os "dentes a mostra" por isso o nome sorriso. Apesar do estado visual do produto, ele possui bom valor e boa aceitação de mercado.

c) Alho Indústria ou Refugio: Este tipo de alho é aquele que não apresenta as condições essenciais necessárias e visuais de mercado. Muitas vezes ele está despedaçado, parcialmente podre, danificado ou em condições similares. Este tipo de alho é vendido para o mercado industrial que faz seu aproveitamento na produção de pastas de alho, temperos e outros fins.

d) Dente: Há também a possibilidade dos dentes virem soltos nas caixas ou se soltarem no processo, esse tipo também é comercializado para o mercado industrial.

No Fluxograma 1 do Apêndice I, podemos visualizar melhor o processo de

beneficiamento, é importante destacar que ele segue o layout real do processo.

3.2 Metodologia de Coleta dos Dados

A coleta de dados foi referente à safra de 2013, e visou a observação de fatores que influenciam no fator de qualidade do alho. Um destes é o diâmetro, esta característica variável é de extrema relevância para os padrões de qualidade do alho. Sendo assim ele fará parte dos planos de amostragem a serem utilizados neste estudo.

A classificação do alho, como já foi mencionada é feita conforme o tamanho. Visando o fator de qualidade, foram coletadas amostras de alho tipo 8, o qual é produzido em menor quantidade, mas possui maior valor de mercado e é visto como melhor produto para o agricultor.

O instrumento utilizado para medição das amostras foi o paquímetro, medidor analógico de diâmetro da marca ZAAS. O valor máximo do medidor é de 150 mm e resolução é de 0,05 mm.

Os procedimentos técnicos para visualização e verificação de algumas das ferramentas de controle da qualidade como a normalidade dos dados, gráficos de controle, índices de capacidade do processo (C_p e C_{pk}), foram feitos com o auxílio do *software* **MINITAB 16** versão estudante, obtida direto do *site* da empresa.

Para análise da capacidade do processo de beneficiamento de alho, foi escolhida como característica variável as medidas de diâmetro em milímetros (mm). Quanto aos limites de especificação, a empresa não estabelece estes limites, então utilizaremos os gráficos de controle para variáveis \bar{X} e R que nos guiarão a análise mais coerente destes limites, ou seja, eles serão ajustados de acordo com os parâmetros a serem calculados (LSC e LIC) que segundo Montgomery (2004) são chamados limites tentativos. Outra análise relevante será a de um valor alvo específico, este também será estipulado conforme a verificação de todos os aspectos que condizem com o comportamento da média e variabilidade dos dados.

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, realizou-se a coleta dos diâmetros do bulbo do alho em milímetros da seguinte forma: foram coletadas 35 amostras, nas quais cada continha 3 medidas de 3 caixas aleatórias e diferentes, totalizando 105 observações. É importante destacar que bulbo de alho não possui uniformidade em todas suas extremidades, sendo assim, cada observação correspondeu à média de três medidas feitas com o paquímetro em uma mesma cabeça de alho. Este método foi feito para aprimorar nossos dados.

As amostras foram coletadas em um único dia no final do período de beneficiamento, que obteve um lote total de 5800 caixas de alho tipo 8 com peso de 10 kg cada, estando estes beneficiados e estocados em galpão.

4. Análise dos resultados

Os dados foram lançados no *software* Minitab 16, usando-se as opções de implantação de ferramentas da qualidade, logo foram gerados os resultados da análise de capacidade para diâmetros de cabeças de alho tipo 8, conforme a Figura 1:

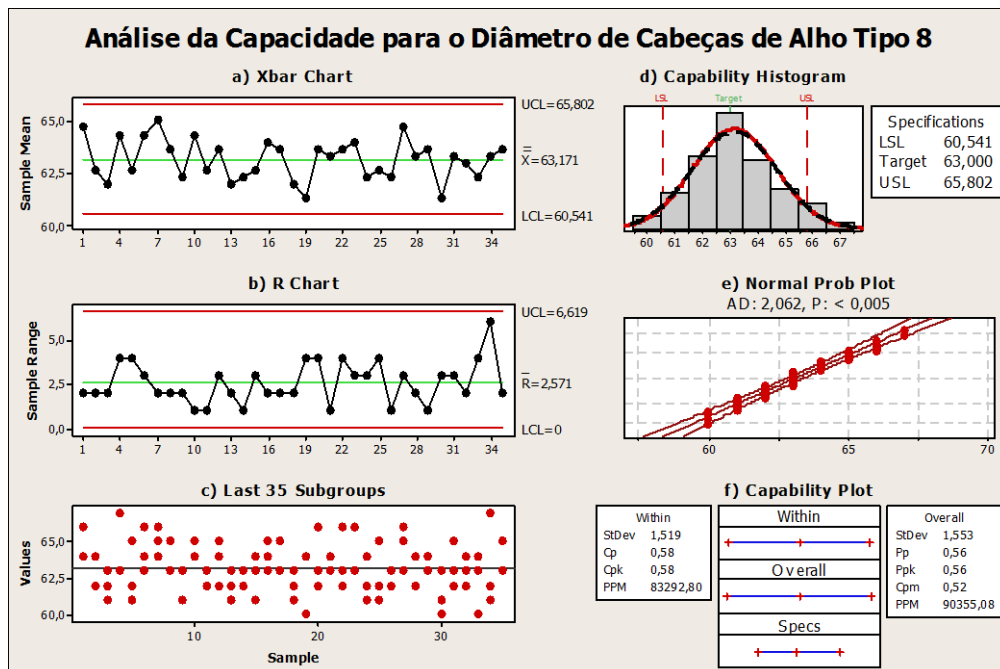


FIGURA 1 – Análise da Capacidade para o Diâmetro dos bulbos (“Cabeças de alho”) tipo 8.

De acordo com a FIGURA 1, explicaremos separadamente cada gráfico de dados gerados em nosso estudo. Observando a figura (e) temos que os dados seguem uma distribuição normal conforme o gráfico de probabilidade. Em (d), no histograma traçado nos mostra o comportamento do processo estudado, nele podemos observar como se encontram distribuídos cada um dos subgrupos de acordo com os limites de especificação. Verifica-se então a convergência a um valor médio e assimetria na curva da distribuição normal. Podemos analisar também os gráficos \bar{X} (X-barra) e R descritos na figura em (a) e (b) respectivamente, nestes verifica-se alta variabilidade dos dados e leve tendência dos pontos saírem de controle, mesmo que aparentemente estejam dentro dos limites de especificação ou em teoria, sob controle. Em (c) vemos detalhadamente este comportamento nas últimas 35 amostras.

De forma geral a análise dos índices de capacidade de processo, descritos na figura em (f), nos mostram os valores $C_p = 0,58$ e $C_{pk} = 0,58$, isto significa que de acordo com os resultados obtidos, o processo não está sendo capaz de produzir itens dentro das especificações. Podemos observar que o valor do C_p e do C_{pk} são menores que 1, o que mostra que medidas drásticas deverão ser adotadas neste processo visando a diminuição da variabilidade. Os índices também mostram a faixa de tolerância usada na produção de unidades não conformes. Segundo Montgomery (2004) em uma distribuição normal, a ocorrência de peças defeituosas ou não conformes do produto por milhão (ppm) para os índices encontrados ($C_p = 0,58$ e $C_{pk} = 0,58$) representam entre 71861 ppm e 133614 ppm. O número total de itens encontrados fora dos limites de especificação (ppm Total) é igual a 83292,80 ppm, o que representa um número coerente com a teoria. Estas unidades neste caso seriam bulbos “cabeças de alho” tipo 8 com valores que não respeitam os limites superior e inferior, o que novamente reforça a alta variabilidade dos dados.

Como alternativas de melhorias, sugere-se a complementação do processo com a duplicação das telas de classificação, assim, aumenta-se o tempo de beneficiamento mas diminui-se a variabilidade em cada tipo de alho, onde estes passarão novamente nas telas

umentando-se o rigor da classificação; A utilização do trabalho manual e específico para o produto mais rentável, assim manualmente o funcionário distinguirá os maiores diâmetros e melhor uniformidade, diminuindo-se a variabilidade no tipo de alho escolhido. Portanto, diante das sugestões de melhorias, espera-se o aumento da capacidade do processo, reduzindo assim a alta variabilidade nos diâmetros do bulbo de alho. Dessa forma, será possível uma maior uniformidade e qualidade do produto a ser vendido.

5. Considerações Finais

Este artigo propôs a aplicação de métodos estatísticos por meio algumas ferramentas do CEP, com a finalidade de analisar o diâmetro de cabeças de alho cujo tamanho é crucial para a qualidade de produção a cada safra.

Com base nos indicadores, todas as observações descritas nos indicam que a variabilidade dos itens no processo de beneficiamento de alho é alta e dessa forma, afim de tornar o processo capaz de produzir itens dentro das especificações, foram necessárias sugestões de melhoria que preveem maior rigor na classificação do alho.

A primeira sugestão de melhoria tem como foco aumentar o rigor na classificação mecânica do alho, ao colocar uma segunda tela de filtragem nas máquinas desta etapa. A segunda tem como foco a utilização de trabalho manual de funcionários especializados no produto de mais valor, com o objetivo de aumentar a homogeneidade e qualidade do produto.

Essas medidas certamente diminuiriam a variabilidade do processo, porém elas aumentariam o tempo de classificação e seleção dos produtos, bem como seu custo. Dessa forma, percebe-se que essas sugestões são recomendadas a produtos mais rentáveis.

Nota-se que a agricultura do alho possui vários pontos de melhoria. Assim, análises futuras utilizando demais ferramentas do CEP podem ser aplicadas em diferentes etapas do processo, buscando encontrar as diferentes fontes de variação. Além disso, problemas como a perda de peso do alho durante seu transporte podem ser mais profundamente estudados, visando minimizar o prejuízo dos produtores.

Referências

- ANAPA. *Anuário estatístico*. Disponível em: <<http://www.horticiencia.com.br/news/>>. Acesso em 08 out. 2014.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.53, p.3 – 35, 1993.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. *Controle da qualidade: métodos estatísticos clássicos aplicados à qualidade*. 4. ed. São Paulo: Makron, 1993. v. 6.
- KREUZ, C. L. *et al. Influência da nível tecnológico na rentabilidade da cultura do alho*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 30, n. 7, p. 889-902, 1995.
- LARA, M. *Produtores de alho comemoram a safra em Minas Gerais*. [S.I.]: Ruralbr Agricultura, 2010. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2010/12/produtores-de-alho-comemoram-a-safra-em-minas-gerais-3150682.html>>. Acesso em: 08 out. 2014.
- LUCINI, M. A. *Cultura do alho*. In: _____. Escritório local de Curitibaanos Santa Catarina. Santa Catarina: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, 2005. p. 1-9. Disponível em: <http://www.anapa.com.br/principal/images/stories/documentos/Cultura_do_alho_no_sul.pdf>. Acesso em: 20 out. 2014.
- MASCARENHAS, M. H. T.; & ROCHA, F.E. de C. *Panorama de mecanização na olericultura brasileira*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 15, n. 169, p.5 – 10, 1991.
- MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOROZINI, J. F.; CAVAGNOLIGUTH, S.; PINTO, M.M., THEODORO, A. J.; & OLINQUEVITCH, J. L. *A viabilidade econômica do plantio do alho*. IX Congresso Internacional de Custos – Florianópolis, SC, Brasil, 28 a 30 de novembro de 2005.

PIEROZAN, L. *Estabilização de Processos*: um estudo de caso no setor de pintura automotiva. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PIRES, V.T. *Implantação do controle estatístico de processos em uma empresa de manufatura de óleo de arroz*. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

RAMOS, A. W. *Controle estatístico de processo para pequenos lotes*. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

SOARES, G. M. V. P. P. *Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Indústria de Bedidas*: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SOUZA, R. J. de. *Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (Allium sativum L.)*. 143 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

VIEIRA, S. *Estatística para a qualidade*: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

WILSON, M. P. *Seis Sigma: compreendendo o conceito, as aplicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Quaitymark, 1999.

APÊNDICE I – Fluxograma 1

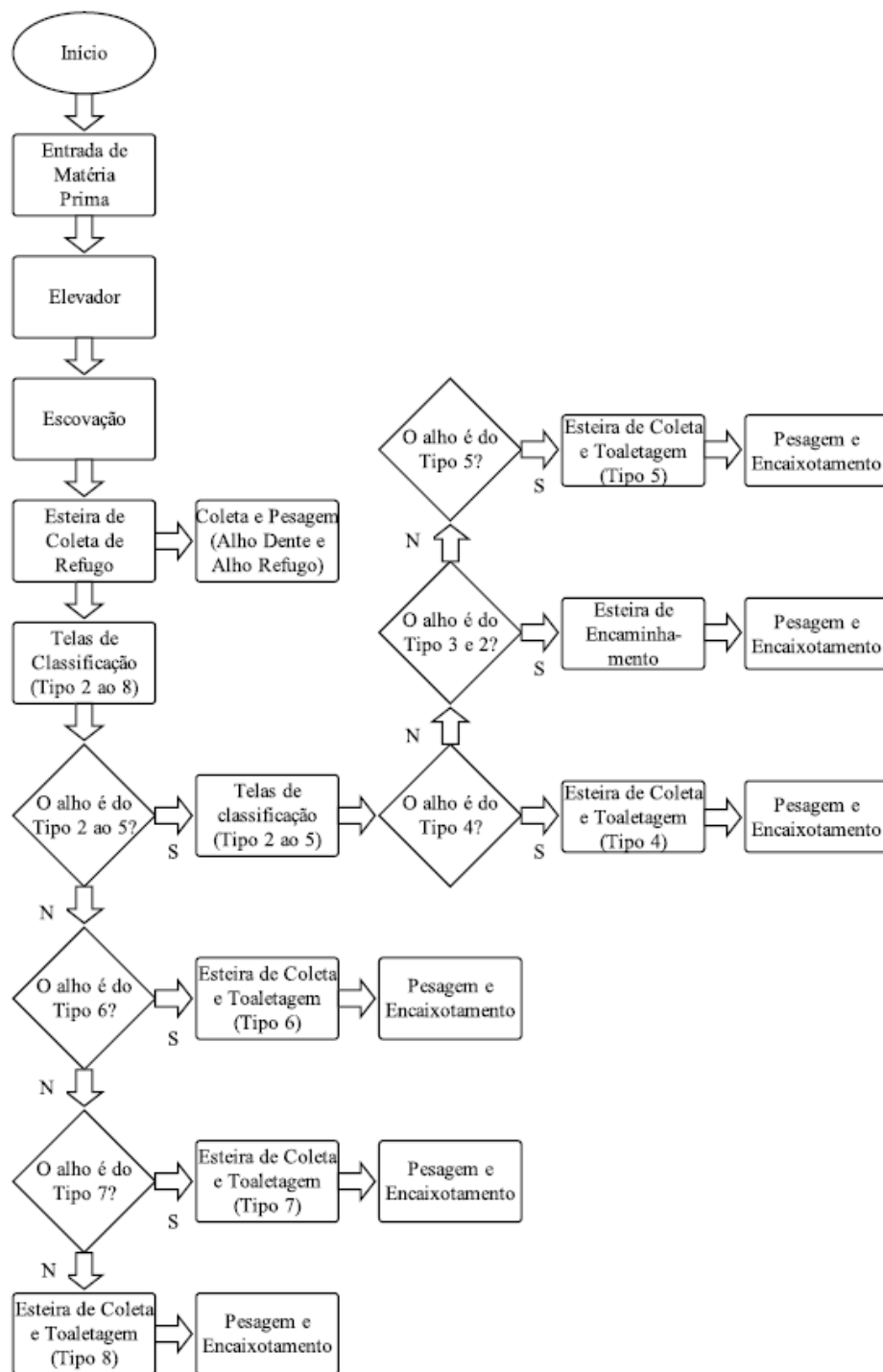


FIGURA 1 – Fluxograma do processo de beneficiamento do alho.