

A ANÁLISE DOS FATORES RELEVANTES PARA O SOBREPESO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MACARRÃO ESPAGUETE

Eduardo Alves Pereira (PUCPR) eduardo.alves@pucpr.br
Leandro Monteiro (PUCPR) leandromonteiro70@hotmail.com

Resumo

No processo de empacotamento de macarrão ocorrem diversas variações no peso final do produto empacotado, sendo que essa variabilidade pode acarretar prejuízos à empresa. Definindo o comportamento da variabilidade é possível implantar ações que garantam a conformidade dos produtos, e com isso atribuir um novo padrão de qualidade à empresa, além de diminuir os custos acarretados pela produção de produtos fora dos padrões especificados. O presente artigo tem como objetivo analisar a variabilidade no processo de empacotamento de macarrão espaguete em uma empresa de alimentos no Norte do Paraná aplicando-se as ferramentas do Controle Estatístico do Processo. Para isto, foram utilizados gráficos de controle, os quais demonstraram que algumas amostras se encontravam sob o efeito de causas especiais, e também apresentaram de forma eficiente o comportamento das médias, amplitudes e ainda as possíveis causas do sobrepeso do macarrão empacotado. As informações obtidas serviram de embasamento para a realização do controle da qualidade na produção e empacotamento do macarrão espaguete e a aplicação de medidas gerenciais corretivas para redução das perdas e aumento da lucratividade da empresa.

Palavras-chave: Variabilidade, Controle da Qualidade, Sobrepeso, Controle Estatístico do Processo.

1. Introdução

A história do macarrão é narrada por alguns historiadores sendo que a versão mais aceita faz menção aos árabes, que seriam os pais do macarrão, e teriam levado o macarrão à Sicília no século IX, conquistando a maior ilha italiana.

No início do século XIX durante a imigração dos italianos para o Brasil, eles trouxeram o macarrão em suas bagagens, e atualmente o Brasil é o terceiro maior mercado consumidor de massas alimentícias, ficando atrás apenas da Itália e dos Estados Unidos (ABIMAPI, 2015).

Para a produção de macarrão são necessários três processos, a preparação da mistura de ingredientes, a secagem e por último o empacotamento do produto. No processo de

empacotamento de macarrão há variações no peso da quantidade empacotada, gerando uma falta de padronização nesses produtos.

Definindo o comportamento da variabilidade é possível implantar ações que garantam a conformidade dos produtos, e com isso atribuir um novo padrão de qualidade à empresa, além de diminuir os custos acarretados pela produção de produtos fora dos padrões especificados.

Os resultados devem ser inspecionados e o processo que ele segue deve ser modificado para reduzir a variação nos resultados, e os resultados ruins podem ainda ter de ser descartados até que a variação seja tão pequena que os produtos fora da especificação não sejam mais produzidos (SHIBA et al, 1997, p. 51)

No processo de empacotamento de macarrão ocorrem diversas variações no peso final do produto empacotado, ou seja, os produtos podem ser empacotados com sobrepeso ou abaixo do peso mencionado, sendo que ambos acarretam prejuízos à empresa.

Sendo assim, é importante e essencial para uma empresa que o processo de produção seja eficaz, com perdas reduzidas e apresente monitoramento do processo obtido por meio de planejamento do trabalho. Para tanto, deverão ser apresentadas soluções que reduzam a quantidade de macarrão espagete empacotado com sobrepeso e reduzam as perdas de embalagens.

2. Referencial Teórico

2.1. Controle da Qualidade

A qualidade se tornou um dos fatores determinantes na decisão dos consumidores ao adquirirem produtos e serviços concorrentes. Nesse sentido, melhorar a qualidade é decisivo para alcançar o sucesso e obter crescimento e uma melhor posição de competitividade no mercado. (MONTGOMERY, 2014, p.1).

A qualidade de um produto pode ser analisada de diversas maneiras, sendo importante diferenciar suas dimensões. Garvin, apud Montgomery (2014), descreve a qualidade de um produto por oito dimensões: desempenho, confiabilidade, durabilidade, assistência técnica, estética, qualidade percebida e conformidade com as especificações.

Conforme Juran, apud Carpinetti (2012, p.15) o conceito de, qualidade deveria estar presente desde o planejamento do produto até a sua pós-venda, sendo o Controle Estatístico do Processo (CEP) um método estatístico utilizado para o controle e melhoria da qualidade.

Conforme Vieira (1999) não se examina toda a produção para verificar se os itens produzidos possuem qualidade, pois isso seria muito caro e demorado, sendo inviável para a empresa. Portanto, examinam-se amostras da produção e usam-se conhecimentos estatísticos, tais como as ferramentas estatísticas de qualidade.

O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma coleção de ferramentas voltadas para a resolução de problemas na busca da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade (MONTGOMERY, 2014, p.95).

De acordo com Silva et al (2008) o objetivo do CEP é detectar rapidamente alterações dos parâmetros de determinados processos para que os problemas sejam corrigidos antes que muitos itens não-conformes sejam produzidos. O CEP foi desenvolvido e utilizado por empresas buscando melhoria de qualidade e de produtividade.

2.2. Variabilidade do Processo

A qualidade apresenta dois aspectos: qualidade do projeto e qualidade de conformação. A qualidade do projeto é em relação à variação intencional com que bens e serviços são produzidos, ou seja, existem diferenças de tamanho, desempenho, aparência, e tudo isso faz com que o produto seja luxuoso ou popular, mais caro ou mais barato, sendo que toda melhoria na qualidade do projeto faz com que aumente os custos (VIEIRA, 1999).

Já a qualidade de conformação é se o produto foi confeccionado atendendo às especificações do projeto, haja vista que a qualidade de conformação é influenciada por inúmeros fatores, tais como a escolha dos processos de manufatura, o treinamento e supervisão de mão de obra, o tipo de sistema de garantia de qualidade utilizado, dentre outros, pois embora os fabricantes busquem fabricar produtos de acordo com o projeto, diversas vezes não conseguem, e a razão dessa dificuldade é a variabilidade (VIEIRA, 1999).

Conforme Montgomery (2014, p.96), sempre existirá uma quantidade de variabilidade inerente ou natural em um processo de produção. No sistema do controle estatístico da qualidade, essa variabilidade natural, é denominada de sistema estável de causas aleatórias, e

entende-se que um processo que opera com as causas aleatórias da variação está sob controle estatístico.

De acordo com Carpinetti (2012) os métodos de controle estatístico do processo podem fornecer significativo retorno à empresa, haja vista que o objetivo de um programa de redução de variabilidade com base no CEP é uma melhoria contínua com base semanal, trimestral e anual.

O maior objetivo do CEP é a eliminação da variabilidade no processo, detectando a existência de causas atribuíveis das mudanças do processo, de maneira que a investigação do processo e a ação corretiva possam ser realizadas antes que sejam fabricadas muitas unidades não conformes. Uma das técnicas muito utilizada para monitoramento do processo é o gráfico de controle, que também podem ser utilizados para estimar os parâmetros de um processo de produção, e ainda, pode fornecer informações importantes à melhoria do processo (MONTGOMERY, 2014, p.97).

3. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa-ação será desenvolvida em uma empresa de alimentos que produz macarrão espaguete e apresenta variabilidade no processo de empacotamento desse produto. Para tanto, as atividades a serem desenvolvidas serão as seguintes:

- Coleta de dados: Nessa etapa o pesquisador observará todo o processo de produção do macarrão espaguete.
- Análise dos dados: após a observação e entrevista, os dados serão tabulados e analisados, a fim de identificar quais fatores e quais fases de todo o processo da produção do macarrão contribuíram para que ocorresse a variabilidade no peso do macarrão empacotado.
- Planejamento das ações: Uma vez identificados os fatores críticos será elaborado um plano de ação juntamente com os participantes da empresa, a fim de propor soluções que visem reduzir a variação no peso do macarrão espaguete empacotado.
- Implementação das ações: As ações planejadas serão implantadas, aplicando as alterações desejadas e seguindo os planos de forma colaborativa com os membros da empresa, visando o melhoramento e a redução na variabilidade do peso do macarrão espaguete empacotado.
- Avaliação dos resultados: Após a obtenção dos resultados, estes serão avaliados comparando-os com os resultados iniciais registrados na etapa de diagnóstico, com o objetivo

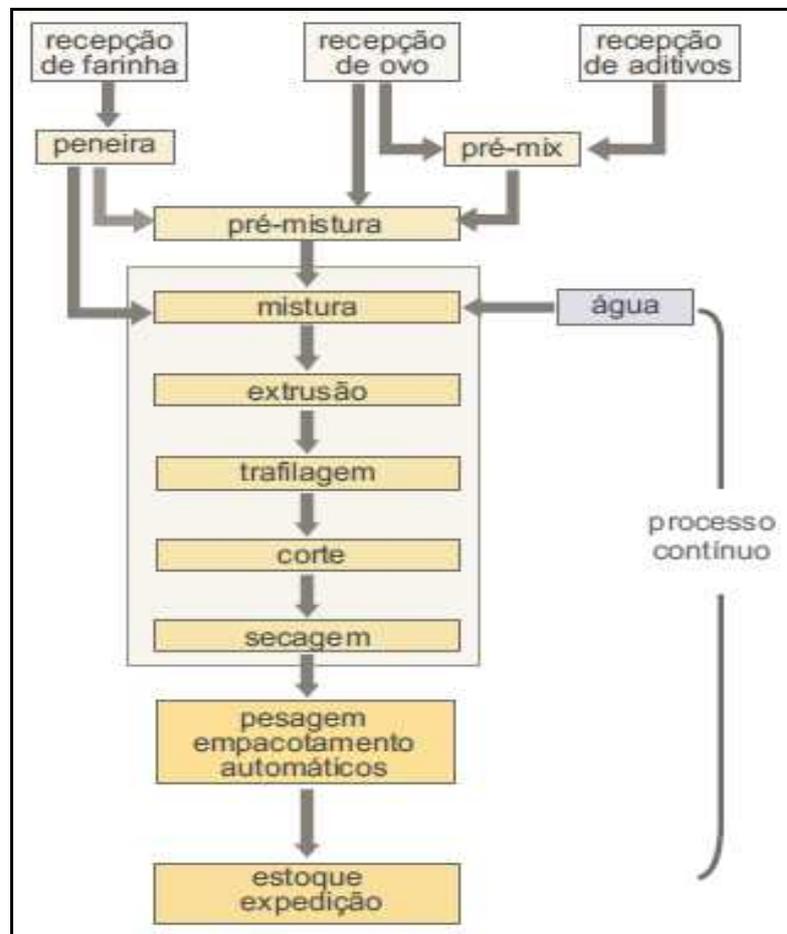
de validar a pesquisa-ação, de forma a se atingir os objetivos planejados, resolvendo o problema formulado e aprimorando a base de conhecimento existente sobre o tema estudado, além de apresentar propostas de melhoria.

4. Desenvolvimento

4.1 Coleta de Dados

Na Figura 1 há um fluxograma das etapas de produção do macarrão espaguete.

Figura 1: Fluxograma das etapas de produção do macarrão espaguete



Fonte: a empresa, 2016.

A coleta de dados foi realizada através do acompanhamento de todas as fases do processo de produção de macarrão.

Para a realização da pesquisa, foi adotado $K = 25$ amostras, com $n = 5$ dados, totalizando 125 dados, sendo K o número de amostras, e n o tamanho de cada amostra.

Primeiramente, no setor de empacotamento, foram coletadas aleatoriamente 25 amostras a cada 57 minutos para serem pesadas. Cada amostra consistia em 5 pacotes de macarrão espaguete, os quais constavam em suas embalagens o peso de 500 gramas. A pesagem foi feita por três operadores, um de cada turno de trabalho, e os dados encontrados foram anotados em folhas de verificação e depois lançados no programa MINITAB para gerar os gráficos de controle e identificar a variabilidade do processo. Os dados coletados foram tabelados conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Dados coletados na folha de verificação

Número de Amostras	Medida em gramas (g)				
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5
1	506,12	516,30	510,60	514,80	516,75
2	510,25	517,54	519,35	522,53	526,45
3	517,91	521,76	509,78	507,87	512,45
4	503,86	490,86	506,59	502,90	501,71
5	501,23	510,59	518,12	509,18	516,03
6	512,51	513,39	517,91	519,45	517,59
7	504,65	511,46	509,39	511,00	509,00
8	509,73	513,98	511,94	515,92	515,00
9	503,78	500,92	503,17	490,29	504,69
10	506,49	505,64	512,00	503,07	507,00
11	521,89	510,51	522,73	509,81	518,96
12	511,45	519,39	513,00	506,93	516,41
13	513,19	510,15	512,84	517,12	511,67
14	501,53	505,76	504,89	503,17	502,82
15	518,27	511,82	515,31	507,39	514,20
16	504,39	515,83	511,76	527,67	502,87
17	506,36	510,45	505,32	519,71	514,62
18	515,56	517,90	520,00	516,37	518,49
19	513,93	515,19	514,92	519,47	517,51
20	511,28	510,49	511,47	514,93	513,79
21	510,93	509,39	513,25	508,78	514,00
22	517,55	525,92	516,81	522,93	516,00
23	513,69	514,82	511,32	517,62	516,76
24	508,38	514,13	508,13	515,58	503,66
25	517,60	526,67	517,15	525,00	505,00

Fonte: OS AUTORES, 2017.

O processo de mistura foi acompanhado, conferindo se os laudos dos insumos apresentavam os padrões estabelecidos pelo setor de qualidade da empresa. Também foi observado se os operadores adicionavam corretamente ao misturador, a quantidade de matéria-prima

estabelecida na ficha técnica elaborada pelo setor de PCP (Programação e Controle de Produção) da empresa.

Nos setores de formação da massa e extrusão, analisou-se os gráficos gerados pela máquina de produção de macarrão, e também verificou cada checklist preenchido pelos operadores, os quais continham os valores da pressão de extrusão medidos a cada 2 horas, conforme apresentados no Quadro 1. Desta forma é possível identificar se há variação no processo de extrusão, ou seja, valores acima do padrão de 100 bar significam que a massa está possivelmente com deficiência de água, e valores abaixo de 100 bar que a massa está com excesso de água.

Quadro 1: Valores da pressão de extrusão

VALORES													
DATA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MÉDIA
06/06/16	94	99	99	100	97	94	96	97	98	91	95	98	96,5
07/06/16	97	100	98	98	99	96	90	97	96	100	107	96	97,8
08/06/16	102	100	100	100	103	98	90	100	97	94	93	95	97,7
09/06/16	99	94	104	94	98	88	90	93	92	106	91	94	95,3
10/06/16	91	97	95	105	92	93	95	93	90	91	94	94	94,2
13/06/16	94	92	90	98	91	100	97	90	98	102	90	91	94,4
14/06/16	95	97	98	96	100	97	99	103	96	95	94	94	97,0
15/06/16	97	95	98	94	94	96	98	106	93	109	94	95	97,4
16/06/16	108	105	101	97	93	99	95	95	98	105	97	95	99,0
17/06/16	98	96	92	92	93	95	93	96	97	94	93	96	94,6
20/06/16	97	97	97	92	94	92	91	91	92	96	95	95	94,1
21/06/16	95	95	98	98	94	96	92	96	92	99	97	97	95,8
22/06/16	90	95	96	94	98	93	92	95	92	90	91	90	93,0
23/06/16	94	95	95	94	101	102	100	107	105	92	94	94	97,8
24/06/16	95	97	96	94	93	95	91	94	106	105	93	93	96,0
27/06/16	95	95	96	94	96	98	93	96	99	104	102	96	97,0
28/06/16	97	97	96	95	100	101	100	98	90	98	95	97	97,0
29/06/16	96	94	97	94	101	99	96	94	95	96	91	97	95,8

Fonte: a empresa, 2016.

Por último, foi acompanhado o processo de secagem e corte da massa para análise da umidade do produto através da verificação dos gráficos gerados pela máquina de controle de temperatura e umidade.

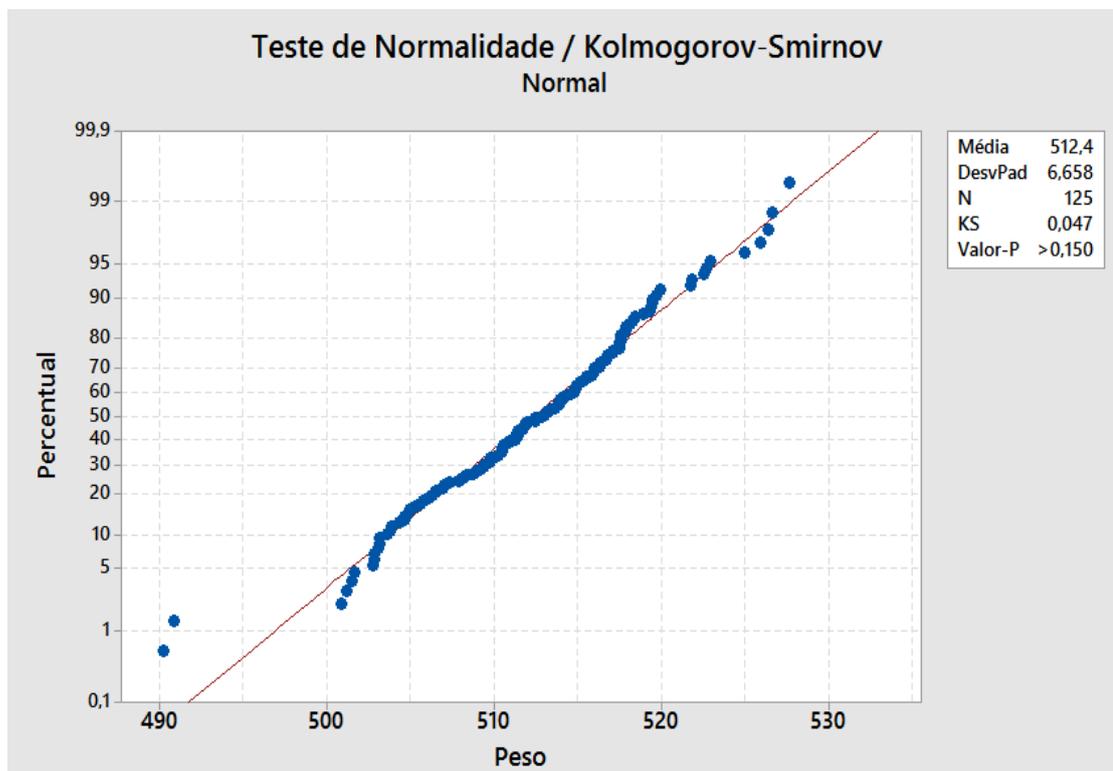
4.2 Análise de Dados

Os dados coletados na folha de verificação foram tabelados e posteriormente foram repassados para o computador no programa MINITAB gerando os Gráficos de Controle das médias e amplitudes.

De acordo com Torman, Coster e Riboldi (2012) os principais testes estatísticos têm como suposição a normalidade dos dados, a qual deve ser verificada antes de realizar as análises principais. Nesse sentido, é fundamental utilizar os métodos para verificar se a distribuição dos dados estudados se ajusta a uma distribuição normal. Neste artigo foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (KS) para o teste de aderência à distribuição normal, haja vista que diversos artigos demonstraram que esse teste foi um dos que apresentaram melhores resultados.

A seguir, a Figura 2 representa o gráfico do Teste de Normalidade, que apresentou o valor da probabilidade (P) superior ao nível de significância 0,05 demonstrando que o processo respeita a normalidade, podendo ser aplicado o CEP nesta linha de produção.

Figura 2: Gráfico do Teste de Normalidade/ Kolmogorov-Smirnov



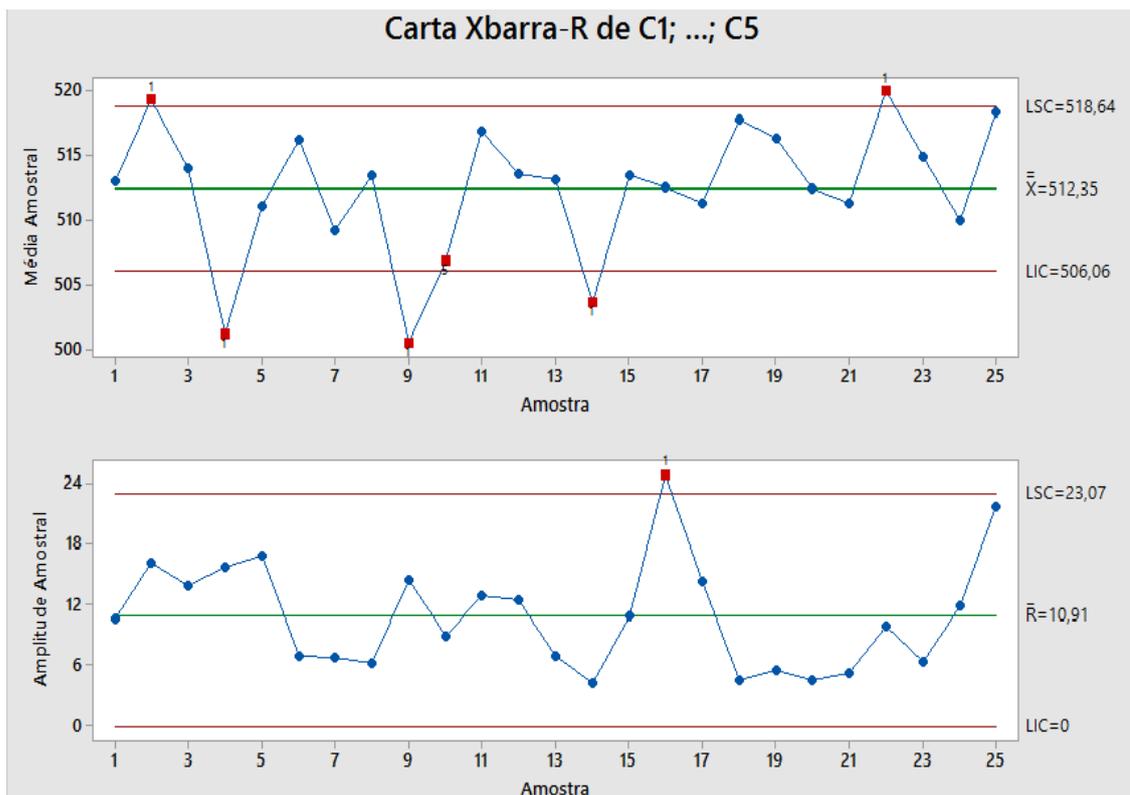
Fonte: OS AUTORES, 2017.

Na sequência está apresentado o gráfico das médias X-barra R, para monitorar a variabilidade do processo. A Figura 3 ilustra o gráfico das médias \bar{X} que apresenta a variação existente

entre as médias dos pesos das amostras analisadas, e o gráfico das amplitudes (R) que indica a variabilidade existente em cada amostra coletada.

Conforme explica Montgomery (2014, p.97) o gráfico de controle compreende uma linha central representando o valor médio da característica da qualidade que corresponde ao estado sob controle, ou seja, estão presentes apenas as causas aleatórias. Também possui duas outras linhas horizontais denominadas de Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC), de forma que o processo estará sob controle, se todos os pontos amostrais estiverem entre esses limites de controle, nesse caso, não é necessária qualquer ação. Todavia, um ponto que estiver fora dos limites de controle é interpretado como evidência de que o processo está fora de controle, sendo necessário investigar e implantar ações corretivas, a fim de encontrar e eliminar as causas atribuíveis responsáveis por esse comportamento.

Figura 3: Gráfico X-barra R



Fonte: o autor, 2016

Neste gráfico o limite superior de controle alcançou o valor de 518,64 gramas e o limite inferior de 506,06 gramas, sendo que a média das amostras foi de 512,35 gramas. Tendo em vista que uma embalagem de macarrão vazia pesa 3,7 gramas, a média de macarrão espaguete empacotado foi de 508,65 gramas, representando um percentual de 1,73% de

sobrepeso. Considerando que o peso líquido do macarrão é de 500 gramas, esse valor foi encontrado realizando o seguinte cálculo:

$$512,35 - 3,7 = 508,65$$

$$508,65 - 500 = 8,65$$

$$8,65 / 500 = 0,0173$$

$$0,0173 \times 100 = 1,73\%$$

Analisando o gráfico foi possível notar que o processo possui causas especiais, haja vista que apresentou os pontos 2 e 22 acima do Limite Superior de Controle e os pontos 4, 9 e 14 abaixo do Limite Inferior de Controle, e de acordo com os autores Costa; Epprecht e Carpinetti (2010, p.29) isso é interpretado como sinal de que o processo deve estar fora de controle e alguma ação corretiva é necessária.

A máquina empacotadora de massa possui dois dosadores e através dos dados coletados na folha de verificação e ilustrados acima na Tabela 1, notou-se que estavam gerando pesos diferentes, apresentando muita variação. Observou-se também que a quantidade de calibragem dos dosadores poderia ser insuficiente para que os mantivessem nivelados

No setor de mistura de ingredientes verificou-se variação na umidade das farinhas utilizadas no processo, que embora estivessem de acordo com os padrões estabelecidos pelo setor de qualidade da empresa, pode interferir no peso do produto ao ser empacotado, pois a umidade da farinha está relacionada com a variação da pressão de extrusão.

No processo de extrusão havia uma grande variação na pressão visto que de 100 bar, em alguns momentos a máquina trabalhou com 90 bar e em outros com 110 bar de pressão.

Averiguou-se que após a extrusão, quando a massa foi direcionada para a régua, houve disparidade entre as massas que estavam nas laterais e centro da régua, pois apresentaram-se maiores que as massas que estavam no restante da régua. Houve também diferença no comprimento do macarrão, mostrando-se menor o macarrão que estava na extremidade esquerda da régua em relação ao que estava à sua direita, conforme demonstra a Figura 5. Notou-se também que as duas roscas trabalhavam, em média, com uma velocidade de 22 RPM (Rotações por Minuto), a qual é considerada normal, porém as roscas podem trabalhar com uma velocidade de até 25,9 RPM.

Figura 5: Macarrão desuniforme na régua



Fonte: A empresa, 2016.

Foi detectado diversificações no processo de secagem relacionadas às variações que ocorreram na pressão da extrusão, ou seja, quando a pressão da extrusão foi de 90 bar a umidade foi de 21,5% e quando a pressão foi de 110 bar a umidade foi de 18,5%, enquanto que o valor padrão da umidade é de 19%.

4.3. Planejamento das Ações

O plano de ações foi elaborado com objetivo de identificar as causas do sobrepeso do macarrão empacotado acima de 1% do especificado na embalagem e encontrar soluções para esse problema.

Analisando os dados foi possível notar que os dosadores eram ajustados com valores distintos, ocasionando muita variação no peso do macarrão, portanto foi orientado aos operadores que realizassem a coleta de uma amostra de macarrão espaguete a cada uma hora, cada amostra era composta de 5 unidades de macarrão espaguete já empacotados, constando o peso de 500 gramas nas embalagens. Esses pacotes de macarrão eram pesados para observar se existia variação de peso entre os dosadores e em quantas gramas estavam variando, anotando-se cada valor encontrado. Através dessas observações e anotações, o operador realizou o ajuste dos dosadores, de hora em hora, para que a variação entre eles fosse de no máximo 5 gramas.

Notou-se que os dosadores permaneciam desnivelados, mesmo sendo calibrados uma vez ao dia conforme estipulado pelo fabricante, portanto os operadores foram orientados a calibrarem os dosadores 03 vezes ao dia, sendo uma a cada início de turno.

O setor de preparo de mistura também recebeu modificações na utilização da farinha, passando a ser verificado a umidade da farinha antes de iniciar a pesagem da matéria-prima e alimentação do misturador. A farinha que não apresentar umidade entre 13 a 14% não será utilizada na produção de macarrão espaguete e será direcionada a outro processo na empresa, tal como à produção de macarrão instantâneo, em que a umidade da farinha não interfere na qualidade e peso do produto.

Concluiu-se que a inconstância na pressão durante o processo de extrusão interferiu na produção do macarrão, pois quando houve elevação na pressão, valor acima de 100 bar, o macarrão apresentou-se desuniforme devido a falta de água, e quando houve redução na pressão, valor abaixo de 100 bar, o macarrão apresentou-se fofo devido ao excesso de água, conforme demonstrado na Figura 6. Desta forma, priorizou-se reduzir a frequência de macarrão fofo, por isso estipulou-se um valor de trabalho com pressão de 106 bar podendo haver variação de 05 bar, ou seja, valor mínimo de 101 bar e máximo de 111 bar.

Figura 6: Macarrão fofo



Fonte: a empresa, 2016.

Em relação a uniformidade do macarrão averiguou-se que além de estar relacionada com a elevação da pressão acima de 100 bar, também poderia haver relação com a velocidade de trabalho das duas roscas da extrusora e a variação na pressão no processo de extrusão. Portanto, aumentou-se a velocidade das roscas extrusoras de 22 RPM para 25,5 RPM, e também, foram anexadas outras telas de aço inox, com menores aberturas que as telas

principais, nas extremidades dos filtros das trafilas com objetivo de obstruir a passagem da massa nas laterais e no centro da régua, corrigindo o despoite do macarrão.

4.4. Implementação das Ações

Todas essas ações mencionadas foram implementadas e os dados foram coletados novamente para serem comparados com os valores encontrados antes da implementação das ações, e realizar a avaliação dos resultados encontrados após as alterações efetuadas.

Para que os operadores da máquina pudessem acompanhar o processo e realizar uma análise rápida do peso do produto, a fim de constatar se está acima da porcentagem de 1% estipulada para o sobrepeso, foi criada uma planilha para monitoramento do peso do macarrão espaguete. Através dessa planilha o operador coleta uma amostra, contendo 6 unidades de macarrão, a cada 30 minutos, calcula a média e anota na planilha, desenhando um ponto no valor da média encontrada. Assim, o operador consegue visualizar, rapidamente, se o processo está em conformidade com os parâmetros solicitados pela empresa, e em caso negativo, realiza os ajustes no equipamento para que o processo fique sob controle.

4.5. Avaliação dos Resultados

Através do ajuste e calibragem dos dosadores três vezes ao dia, foi possível padronizar a variação de peso entre eles, não ultrapassando o valor de 05 gramas, com isto, a pesagem do macarrão se tornou mais precisa diminuindo a variabilidade do processo e a diferença de peso entre um dosador e outro.

A utilização de farinha com umidade variando entre 13 a 14% no setor de preparo de mistura, proporcionou uma pequena redução na variação da pressão de extrusão. Além disso, com a elevação da pressão durante o processo de extrusão para 106 bar podendo haver alternância de 5 bar, ou seja, valor mínimo de 101 bar e máximo de 111 bar, reduziu-se significativamente a produção de macarrão fofo, ou seja, com excesso de água.

E ainda, no setor de extrusão, foram anexadas telas de aço inox aos filtros das trafilas, e elevada a velocidade das roscas extrusoras para o valor de 25,5 RPM, tudo isso contribuiu para que aumentasse a produção de macarrão uniforme.

Para analisar os resultados obtidos, os dados foram coletados novamente após a implementação das ações. Na Tabela 2 estão todos os valores encontrados.

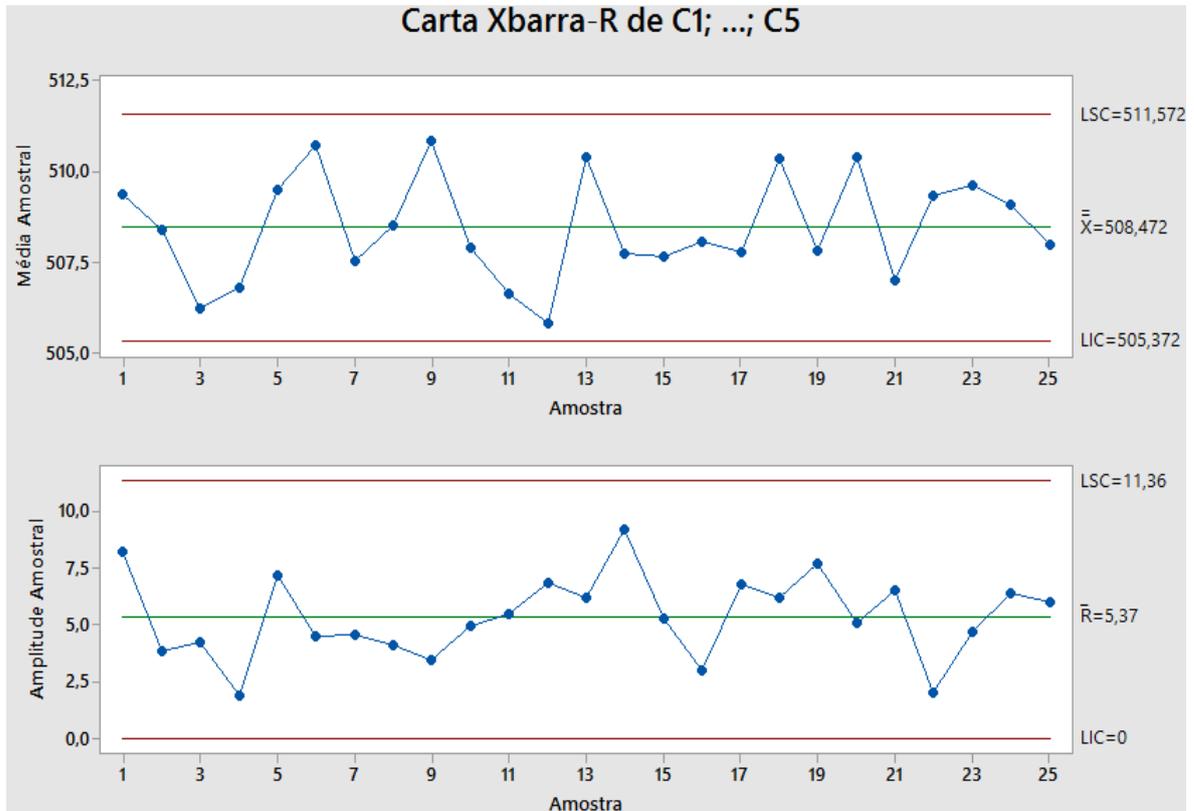
Tabela 2: Dados coletados na folha de verificação após a implementação das ações

Número de Amostras	Medida em gramas (g)				
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5
1	513,80	512,45	505,60	509,49	505,55
2	510,35	507,27	509,54	506,51	508,34
3	507,78	503,87	505,28	506,15	508,13
4	506,89	505,70	507,60	506,49	507,48
5	514,33	510,43	507,16	507,18	508,36
6	509,18	509,67	511,69	513,65	509,32
7	509,42	507,58	506,71	509,15	504,86
8	507,51	507,39	511,48	508,54	507,68
9	511,14	512,34	508,89	511,25	510,65
10	508,46	506,38	508,73	505,51	510,45
11	506,15	504,35	509,82	507,54	505,48
12	502,49	504,56	509,36	508,48	504,38
13	507,50	511,75	508,49	510,56	513,72
14	509,49	512,60	504,39	507,67	504,65
15	505,19	506,74	510,45	508,49	507,51
16	506,58	509,56	508,15	507,60	508,47
17	508,45	509,64	510,63	506,53	503,75
18	509,59	512,72	507,53	511,49	510,52
19	511,49	506,89	508,53	508,52	503,80
20	511,56	512,69	510,52	509,63	507,60
21	505,49	508,49	503,47	507,62	510,00
22	508,52	508,61	510,48	508,48	510,51
23	510,49	512,18	507,50	509,49	508,52
24	508,62	511,05	511,63	506,74	507,52
25	505,53	508,34	511,52	506,19	508,47

Fonte: OS AUTORES, 2017.

A seguir, na Figura 7, os resultados encontrados foram tabulados em gráficos de controle para melhor visualização.

Figura 7: Gráfico X-barra R



Fonte: OS AUTORES, 2017.

Analisando o gráfico acima foi possível verificar que, através das alterações realizadas no processo, as causas especiais foram eliminadas, pois o gráfico apresentou pontos dentro dos limites de controle superior e inferior, e isso possibilitou uma média de trabalho de 508,472 gramas, amplitude de 5,37, e um sobrepeso de macarrão espaguete empacotado de 0,95%. Considerando que o peso líquido do macarrão é de 500 gramas, esse valor foi encontrado realizando o seguinte cálculo:

$$508,47 - 3,7(\text{peso da embalagem}) = 504,77$$

$$504,77 - 500 = 4,77$$

$$4,77 / 500 = 9,54$$

$$9,54 \times 100 = 0,95\%$$

Desta forma, através da aplicação do Controle Estatístico do Processo foi possível observar que houve uma redução significativa na variabilidade do processo, pois houve redução no sobrepeso do macarrão espaguete empacotado, ou seja, após análise dos dados coletados e implementação das ações, a variação no peso do macarrão reduziu de 1,73% para 0,95%, o

que representou para a empresa em uma economia mensal de R\$ 10.939,00 gastos na produção do produto.

5. Considerações finais

A proposta do presente artigo foi aplicar o Controle Estatístico do Processo (CEP) para monitorar a alteração no processo, sendo que quando detectadas as suas causas poderão ser encontradas e ações corretivas e preventivas poderão ser aplicadas.

Considerando a existência de amostras sob efeitos de causas especiais, foi importante a realização de um estudo para a obtenção das possíveis causas. Concluiu-se que há causas especiais relacionadas ao processo, tais como falhas operacionais, ausências de controle e ajustes no processo, e que, portanto, o processo necessitava ser adequado para que as causas especiais desaparecessem.

Utilizando-se os gráficos de controle será possível reduzir a perda ou retrabalho, com isso a produtividade e a capacidade de produção aumentam e o custo diminui. Também é possível manter o processo sob controle evitando futuros custos extras com funcionários tendo que separar produtos sob padrão de produtos não conformes, e permite evitar ajustes desnecessários no processo.

Portanto, a partir desse estudo a empresa pôde obter conhecimento das perdas geradas de sobrepeso no processo de fabricação de macarrão espaguete, o que possibilitou a aplicação de medidas gerenciais corretivas ao processo aumentando a lucratividade da organização, redução dos custos, bem como a qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

ABIMAPI, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados, 2015. Disponível em <http://abimapi.com.br/index.php>. Acesso em 22 mai. 2016.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle estatístico de qualidade**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

SHIBA, Shoji; GRAHAM, Alan; WALDEN, David. **TQM: Quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SILVA, Rouverson P. da; CORREA, Caio F; CORTEZ, Jorge W; FURLANI, Carlos E. A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Eng. Agríc**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.292-305, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n2/a10v28n2>>. Acesso em: 01 jun.2016.

TORMAN, Vanessa Bielefeldt Leotti; COSTER, Rodrigo; RIBOLDI, Joao. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Rev HCPA**, 2012; 32(2):227-234. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/hcpa/article/viewFile/29874/19186>> Acesso em 19 out 2016.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade: Como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. 15.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.