

**Comparação de maquinário em um processo produtivo de embalagens plásticas****Comparison of machinery in a plastic packaging productive process**

DOI:10.34117/bjdv6n3-108

Recebimento dos originais: 10/02/2020

Aceitação para publicação: 10/03/2020

**Darlan Marques da Silva**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104, CEP: 75901970, Rio Verde - GO

E-mail: darlan@unirv.edu.br

**Jordania Louse Silva Alves**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

Endereço: Rua General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 1200, Coroado 1, CEP 69067005, Manaus - AM

E-mail: ajordania@hotmail.com

**Rodrigo Francisco Borges Lourenço**

Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104, CEP: 75901970, Rio Verde - GO

E-mail: rodrigoborges@unirv.edu.br

**Guilherme Pereira da Silva**

Engenheiro de Produção pela Universidade de Rio Verde

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104, CEP: 75901970, Rio Verde - GO

E-mail: silvapg@gmail.com

**RESUMO**

As embalagens plásticas possuem grande relevância no mercado, e sua produção exige um rigoroso controle para alcançar os padrões solicitados pelos clientes, e evitar falhas que gerem desperdícios. O setor de extrusão é onde se inicia a transformação do polietileno em plástico, quaisquer falhas neste setor ocasionam transtornos nos demais processos de produção. Foi realizada uma comparação entre maquinários do processo produtivo a fim de identificar qual máquina geravam menos perdas. Foi realizada uma análise no Excel no software @Minitab17 para análise de ocorrência significativa na variabilidade das falhas entre as máquinas. Foi possível indentificar as melhores opções dentre as máquinas analisadas, o que dá suporte ao processo de tomada de decisão, além de levar ao melhor aproveitamento da matéria prima, redução de custo e desperdícios no processo.

**Palavras-chaves:** Perdas. Embalagens Plásticas. ANOVA. Máquinas.**ABSTRACT**

Plastic packaging has great relevance in the market, and its production requires strict control to reach the standards requested by customers, and to avoid failures that generate waste. The extrusion sector

is where the transformation of polyethylene into plastic begins, any failures in this sector cause inconvenience in other production processes. A comparison was made between machinery in the production process in order to identify which machine generated the least losses. An analysis was performed in Excel using @ Minitab17 software to analyze a significant occurrence in the variability of failures between machines. It was possible to identify the best options among the analyzed machines, which supports the decision-making process, in addition to leading to the best use of the raw material, cost reduction and waste in the process.

**Keywords:** Losses. Plastic packages. ANOVA. Machines.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por embalagens plásticas no Brasil tem tido crescimento significativo nos últimos anos. As indústrias ligadas ao agronegócio, como as de alimentos e bebidas, lideraram o consumo por este tipo de produto devido à praticidade de armazenamento e auxílio na conservação de produtos perecíveis, evitando desperdícios especialmente nas exportações (ABIEF, 2018).

Este mercado também tem ampla participação nos setores farmacêuticos, cosméticos, e de higiene e limpeza, dividindo-se em embalagens plásticas flexíveis, rígidas e sacaria de rafia. As embalagens, além da conservação dos produtos, têm como finalidade descrever as características dos itens que estão sendo comercializados, além de também chamar a atenção do público consumidor, desta forma, quem definirá como devem ser produzidas estas embalagens, será o comprador (PADILHA; BOMTEMPO, 1999). A prioridade de alguns clientes é por embalagens que protejam o produto, como as embalagens industriais que oferecem barreiras de gases, sacarias e containers.

Dessa forma, o mercado encontra-se aquecido gerando um aumento da competitividade, o que leva as indústrias a buscarem novas técnicas, diminuir desperdícios e alinhar os seus sistemas produtivos, além de inovar os produtos oferecidos (FACHIN, 2006).

Pecebe-se que as embalagens plásticas possuem grande relevância no mercado, e sua produção exige um rigoroso controle de qualidade para alcançar os padrões solicitados pelos clientes, dada a variação dos parâmetros. Estas variações levam a perdas durante o processo produtivo, estas que foram analisadas neste trabalho. Foi realizada uma análise estatística acerca do desempenho das máquinas durante o processo produtivo de embalagens plásticas de uma empresa localizada no Sudoeste do estado de Goiás, Brasil. As informações obtidas serviram de suporte à tomada de decisão pela gerência do local estudado.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os plásticos ou polímeros como são chamados, são polimerizados e transformados em pequenos grãos que têm um tamanho específico determinado, este tamanho é de extrema importância para o processo de transformação do plástico que faz o material descer de forma ordenada pelo funil da máquina cada qual voltada para uma finalidade específica (GIL, 2007). Os principais polímeros

fornecidos para as indústrias transformadoras de plástico são o Polipropileno<sup>1</sup> (PP), Policloreto de Vinila<sup>2</sup> (PVC - *Polyvinyl chloride*), Polietileno<sup>3</sup> de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD).

Raramente as resinas possuem aditivos para melhorar as propriedades do plástico durante o processo de fabricação, ocasionalmente é necessário adicioná-los no processo; aditivos são pequenas quantidades de material que se incrementam ao polímero para manter ou melhorar seu desempenho, processabilidade, ou adicionar características ao plástico que se deseja fabricar para atender tal necessidade de uso (PIATTI, 2005).

Além das vantagens de armazenamento e preservação da qualidade dos produtos, os plásticos também se sobressaem pela leveza, que proporciona economia no transporte das mercadorias e redução de CO<sub>2</sub> emitido na atmosfera (NEOPLASTIC, 2016).

O processo de transformação da matéria-prima em produto final segue algumas etapas básicas conhecidas como: Extrusão, Impressão e Corte solda. Estas incorrem em grandes desafios para alcançar uma padronização aceitável, pois, devido à personalização das embalagens demandas pelos clientes, há uma grande variação de tamanhos, formatos e coloração. As etapas em comum serão descritas a seguir.

**Extrusão:** Etapa que inicia a transformação da matéria-prima sólida em um produto plastificado (ROCHA, 2002). O mesmo autor afirma que trata-se de movimento horizontal através de um canhão de aquecimento com o auxílio de uma rosca em movimento constante, por meio da pressão e temperatura em uma matriz com a forma de um anel, um jato de ar constante expande o material formando um balão, roletes localizados acima achatam e mantêm o plástico esticado que logo em seguida é bobinado.

De acordo com Soares (2012), os principais componentes de uma extrusora são: Motor, responsável pela rotação da rosca; Cilindro, onde se dará a fusão completa do polímero; Rosca, transporta o polietileno em grão contido no funil de alimentação através do cilindro aquecido, promovendo sua plastificação; Telas e porta-telas, retém as impurezas que possam causar furos no balão e propiciam uma contrapressão adequada ao escoamento de material; Matriz: distribui o fluxo de massa fundida proveniente da extrusora para que resulte em um filme de superfície uniforme;

---

<sup>1</sup> Polipropileno é um polímero com fórmula molecular  $(C_3H_6)_x$  densidade 0.85 g/cm<sup>3</sup> amorfo e 0.95 g/cm<sup>3</sup> cristalino com ponto de fusão aproximadamente 165° C.

<sup>2</sup> Policloreto de Vinila conhecido como PVC, tem fórmula molecular  $(C_2H_3Cl)_x$  e densidade 1,38 g/cm<sup>3</sup> a 1,40 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Polietileno é polímero simples e barato o tipo mais comum dos plásticos, obtém-se pela polimerização do etileno.

Unidade de resfriamento, obter um resfriamento uniforme; Unidade de arraste, serve de suporte para os demais elementos da unidade de arraste: as saias, os rolos guias e os rolos puxadores.

Durante o processo de impressão os equipamentos utilizados no processo de são as máquinas *Offset*, seguidas pelas Rotogravuras e Flexografia, a fim de obter melhor precisão (COLANERI; GARCIA, 2007). De acordo com Scarpeta (2007), a impressão é o processo mais complexo da produção. Bem (2002) afirma que os principais componentes básicos para impressão dos filmes plásticos numa impressora flexográfica são: Desbobinados: tem como função acoplar a bobina de filme á máquina e promover o desbobinamento do filme; Tambor central: é um suporte para manter o filme devidamente ajustado para receber a impressão dos grupos impressores; Grupos impressor: composto por Câmara *doctor-blade*, Anilox, Clichê e Cilindro porta-clicês. O Anilox é um cilindro cerâmico cuja sua superfície é constituída de células gravadas a laser numa quantidade e profundidade pré-estabelecida, as células são responsáveis por captar a tinta e transferir para o clichê. O clichê é feito de fotopolímero flexível onde são gravadas as formas que se deseja imprimir; Rebobinador, tem função de rebobinas o filme já impresso no final do processo.

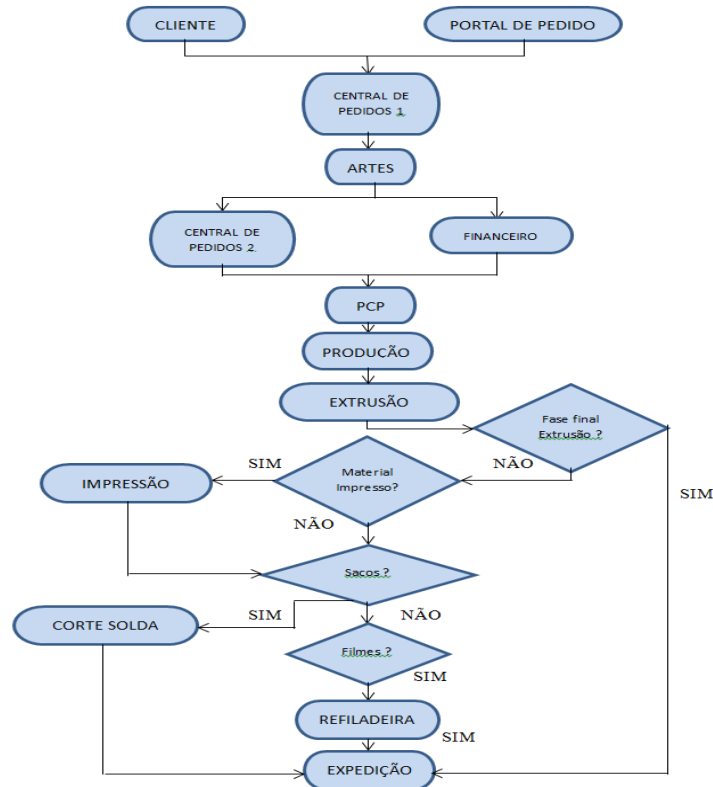
O corte faz parte do processo final de acabamento, esse processo é responsável pela transformação dos filmes impressos em sacos. A bobina impressa é alinhada na máquina que passa por um alinhador triângulo para dobrar o filme, em seguida passa em um registro de fotocélula onde aciona os rolos tracionadores ativando o cabeçote de selagem, assim o cabeçote desce sobre o filme dobrado que por sua vez faz o corte no material. Esse é um processo que requer maior tempo para ser realizado, pois as embalagens são cortadas individualmente (CARVALHO *et al.*, 2014).

A empresa estudada dá início ao seu processo de produção depois que os pedidos são feitos, ou seja, é utilizada a produção puxada, esta, que existe uma produção rápida, eficaz e a um nível de qualidade aceitável, exigindo o alinhamento da programação do maquinário para que as quantidades a produzir e previsões de produção sejam adequadamente cumpridas.

O processo tem início no Portal de Pedidos, onde o cliente faz seus pedidos via internet especificando as devidas medidas, observações e exigências. Em seguida os pedidos entram na Central de Pedidos 1, onde é feito o cadastro dos itens e o mapeamento da produção a ser realizada. Seguido do Departamento de Arte, que recebe os itens já cadastrados e busca aprovação da arte dos materiais junto com o cliente. Aprovada a arte da embalagem, os pedidos são liberados para o financeiro conferir prazos de pagamento e limites de créditos bancários. A Central de Pedidos 2 é responsável por liberar os pedidos para o PCP – planejamento e controle da produção, onde se conferem quantidades, datas de entrega, logística e liberação para produção, ainda neste setor, é organizada a programação da produção e dimensionamento. O material finalziado é direcionado à

expedição onde ficará estocado até o dia do carregamento, determinado pela data de entrega. A Figura 1 demonstra as fases do processo de fabricação das embalagens dentro da empresa.

FIGURA 1: A fabricação de embalagens dentro da empresa



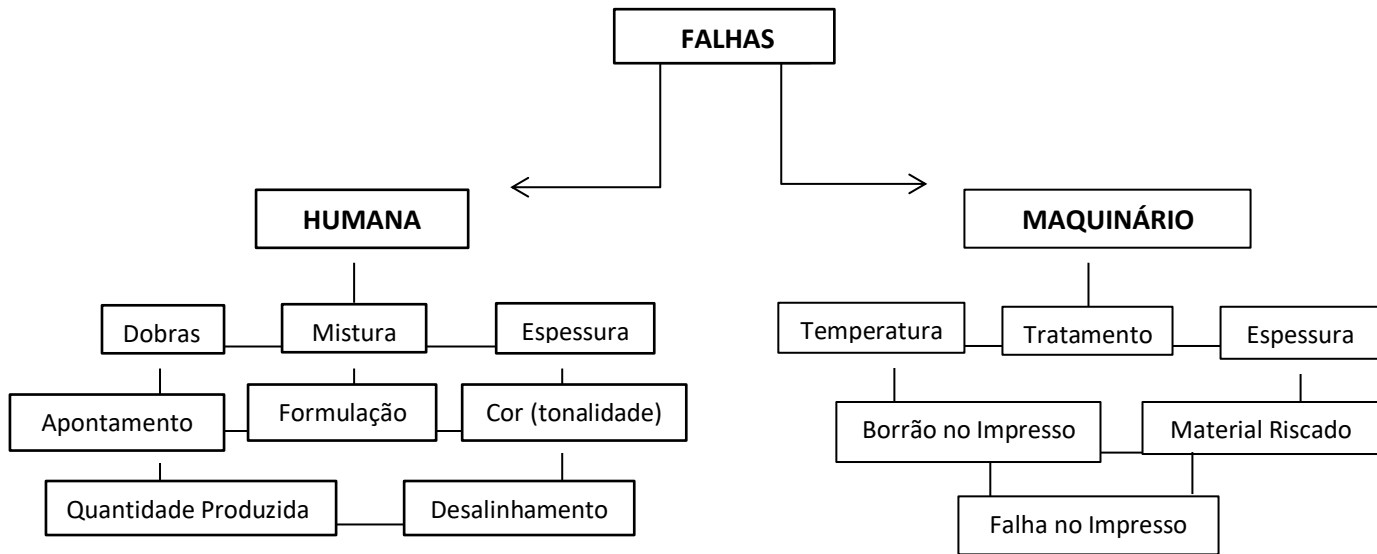
Fonte: Autores (2019)

Dentro deste processo é necessário que haja um acompanhamento e a implementação de ações que visem evitar a ocorrência de falhas, estas que levam ao aumento de custos. Fillietaz (2006), afirma que recuperar e minimizar as falhas é uma forma de fazer a empresa obter vantagem competitiva.

Conforme o mesmo autor, as falhas podem ser classificadas em três tipos: (1) as falhas que tem fonte dentro da produção, devido o projeto global mal feito, ou porque suas instalações e pessoal não faz o procedimento correto que deveria; (2) falhas que são causadas por falhas de informação fornecidas á operação, ou por falhas no material e; (3) falhas que são causadas por ações dos clientes.

É essencial fazer o estudo de como será realizada a produção de determinado item complexo, assim preveni-se alguma possibilidade de ocorrer falha humana e minimizar as chances no falhas no maquinário. A Figura 2 apresenta as principais falhas no processo em estudo, divididas em humanas ou decorrentes do maquinário.

FIGURA 2: Falhas do processo



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor (2016).

Com o controle e conhecimento das falhas o comportamento operacional ou processo de produção podem mudar. Slack (1997) destaca as formas de medir falhas através das taxas de falhas, especificando com que frequência às falhas ocorre, confiabilidade, disponibilidade e o período de tempo útil disponível para a operação.

O filme Termoencolhível é um dos materiais mais produzidos na empresa em estudo, é um filme de alta resistência que quando em contato com altas temperaturas se encolhe transversal e longitudinal, sua maior aplicação concentra-se em indústrias de bebidas, alimentícias, cosméticos, açúcar e álcool. O tamanho e espessura do filme podem variar dependendo de cada aplicação, portando a qualidade e características do filme devem ser produzidas perfeitamente de acordo com o pedido do cliente. Diante da máxima exigência de qualidade tornou-se necessário iniciar um estudo de perdas, produtividade e melhor rendimento da produção desses itens.

### 3 PROCEDIMENTOS

Foi realizado um estudo de caso com coleta de dados *in loco* da produção de embalagens plásticas flexíveis durante oito meses, registrando as quantidades produzidas, perdas e tempo gasto para produção de dois diferentes tamanhos de filmes, FILME 80x 0,020 e FILME 75x 0,020, em três máquinas diferentes M02, M09 e M10 que produziam os dois produtos.

Foi realizada uma análise estatística da variabilidade dentro do grupo de máquinas e entre as máquinas utilizadas para produção possibilitando diagnosticar se as perdas das máquinas e

variabilidade entre elas se relacionam, ou seja, se existe algum problema fora do comum na produção em determinada máquina.

Os dados foram lançados como planilha no Excel e as interpretações foram realizadas utilizando as ferramentas de análise estatística de variância ANOVA com um fator único. Foi realizada a análise de Dados do próprio Excel e do *software* @Minitab17 para gerar alguns gráficos, pois a análise de variância é a metodologia estatística que avalia a significância dos diversos fatores e interações (RIBEIRO; CATEN, 2011), pois mostram se existe diferença significativa das perdas ou se não há nenhuma diferença significativa, o que auxilia no processo de tomada de decisões sobre qual máquina proporciona menor perda e melhor rendimento.

Para todas as análises foram considerados como tolerância um erro de 5%, ou seja, um nível de confiança de 95%.

## 4 RESULTADOS

Para a análise, o percentual de perdas por lote foi determinado pela quantidade de aparas dividida pela quantidade produzida. O tempo gasto para produção dos lotes foi calculado respeitando as seguintes restrições de rendimento das máquinas: M02- 160 Kg/hr; M09- 130 Kg/hr; M10- 130 Kg/hr. O tempo gasto para produzir cada lote foi obtido dividindo a quantidade produzida pela capacidade do maquinário.

### 4.1 ANÁLISES DE VARIÂNCIA FILME 80X 0,020

De acordo com Montgomery e Runger (2009), a Análise de Variância - ANOVA pode ser usada para testar a igualdade dos efeitos de tratamentos ou seja, verificou-se existe ou não diferença significativa entre as falhas. Utilizando a ferramenta ANOVA com fator único, formou-se a hipótese nula e alternativa a serem testadas, entretanto realizou-se uma comparação múltipla das médias e quantidade de explicação entre e dentro dos grupos.

Hipóteses:

- { H0: Não há diferença significativa de variabilidade entre as máquinas.
- { H1: Há diferença significativa de variabilidade entre as máquinas.

Os dados para análise do primeiro produto estão destacados, na Figura 3.

FIGURA 3: Percentual de perdas por máquina do filme 80x 0,02

**TAMANHO 80x 0,020**

M2	M9	M10
2,00%	1,33%	4,71%
6,08%	7,47%	7,22%
4,44%	3,78%	2,00%
14,05%	10,05%	0,82%
7,26%	11,91%	13,95%
8,84%	7,57%	17,88%
30,35%	1,78%	4,21%
15,78%	5,25%	4,74%
8,88%		
8,82%		
11,95%		
8,57%		
2,85%		
10,24%		

Fonte: Empresa estudada (2016).

A Figura 4 demonstra a síntese dos dados para cada máquina. Tendo M9 e M10 com 8 amostragens e a M2 com 14 amostragens. O valor médio da M2 (0,100076) caracterizou-se um pouco mais elevado que as demais máquinas, enquanto que variância da M9 (0,001441) mostrou-se um menor valor.



FIGURA 4: Resumo do Excel para o Filme 80x0,02

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
M2	14	1,40106	0,100076	0,004944
M9	8	0,4913	0,061412	0,001441
M10	8	0,55537	0,069421	0,003543

Fonte: Saída do @Excel (2016).

A Figura 5 traz a ANOVA, que com P-valor (0,30089) não rejeita a hipótese nula, pois não há diferença significativa de variabilidade entre as máquinas, dado que o P-valor foi maior que 0,05 – erro considerado.

FIGURA 5: ANOVA para verificar o teste de hipótese do Filme 80x0,02

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,009225848	2	0,004613	1,256061	0,30089	3,35413
Dentro dos grupos	0,099158393	27	0,003673			
Total	0,108384241	29				

Fonte: Saída do @Excel (2016).

Feita a Comparação Múltipla das Médias, foi necessário realizar a comprovação utilizando o Gráfico de Médias. Inicialmente foi analisado o Desvio Padrão das Médias  $\bar{S}_y$  (Fórmula 1) tendo: MQR (quadrado médio residual) a variância dentro do grupo; e NC (quantidade média de grupos nos níveis dos fatores) a quantidade de dados dividida pela quantidade de grupos. As fórmulas foram baseadas em Montgomery e Ruger (2009).

$$\bar{S}_y = \sqrt{MQR} / \sqrt{NC} \quad (1)$$

$$\bar{S}_y = \sqrt{0,0036725} / \sqrt{10}$$

$$\bar{S}_y = 0,01916$$

Assim, o cálculo do Limite de Decisão Ld (Fórmula 2).

$$Ld = 3. \bar{S}_y \quad (2)$$

$$Ld = 3. (0,01916)$$

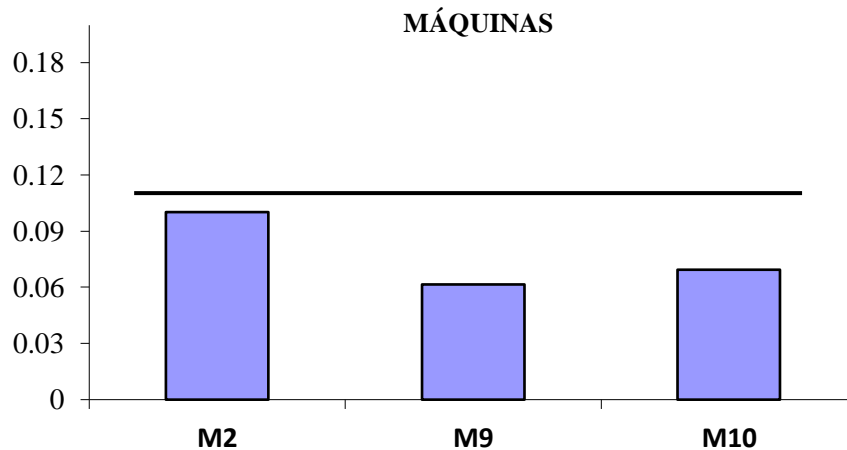
$$Ld = 0,05748$$

Comparando o valor do limite de decisão com a média entre as máquinas, pode-se verificar se existe diferença significativa entre as máquinas por pares. Usando-se barras contínuas sobre as médias que não diferem entre si:

- $M2(0,1000756) - M9(0,0614121) = 0,03866 < Ld (0,05748)$ , então não há diferença significativa;
- $M9(0,0614121) - M10(0,0694213) = 0,00801 < Ld (0,05748)$ , então não há diferença significativa.

A Figura 6 traz o gráfico de análise das médias. Como as máquinas não diferem entre si, a máquina M9 apresenta menor valor médio, ou seja, é a melhor opção em relação as perdas do processo, aparas.

FIGURA 6: Gráfico das perdas em função de cada máquina



Fonte: Saída do Excel (2016).

Para verificar a variação dentro da máquina e entre as máquinas, foram estimados os componentes de variação: MQR - Variância dentro do grupo (Fórmula 3) e MQG - Variância entre grupos (Fórmula 4),

$$E [MQR] = \sigma^2 \quad (3)$$

$$E [MQR] = 0,0036725,$$

$$e, E [MQG] = \sigma^2 + NC \cdot \sigma^2 \quad (4)$$

$$0,0046129 = 0,0036725 + 10 \cdot \sigma^2$$

$$\sigma^2 = 0,00009404.$$

A estimativa total (Fórmula 5),

$$\sigma^2 = \sigma^2 + \sigma^2 \quad (5)$$

$$\sigma^2 = 0,0036725 + 0,00009404$$

$$\sigma^2 = 0,00376654,$$

logo,

$$\sigma^2 / \sigma^2$$

$$= 0,0036725 / 0,00376654$$

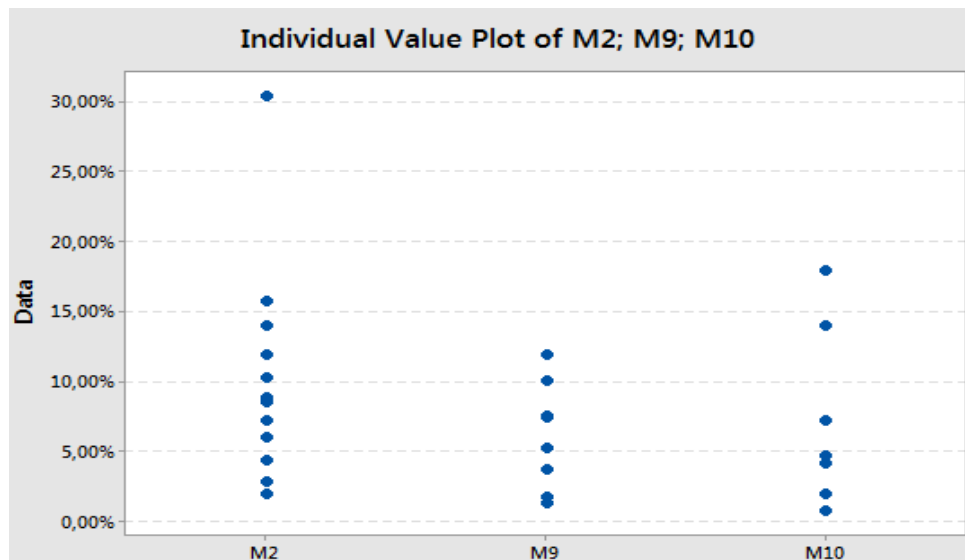
$$= 0,975$$

$$\sim 97,50 \%$$

Observa-se que aproximadamente, 97,50% da variabilidade total observada dos valores das perdas das máquinas advém da diferença “entre as máquinas” e apenas 2,50% deve-se à diferença dos valores “dentro das próprias máquinas”.

A Figura 7 demonstra a variação dos dados das máquinas, observa-se que é mais acentuada para a máquina M2, principalmente devido a influência do ponto que se encontra em torno dos 30%.

FIGURA 7: Visualização gráfica variação dos dados



Fonte: Saída do @Mintab17.

#### 4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA FILME 75X 0,020

A Figura 8 demonstra os dados em relação à produção de filme 75x0,020.

FIGURA 8: Percentual de perdas por máquina do filme 75x0,020

**TAMANHO 75x 0,020**

M2	M9	M10
10,97%	2,50%	1,64%
0,38%	0,62%	0,36%
0,85%	8,48%	1,94%
0,62%	1,24%	3,50%
1,42%	3,15%	1,83%
2,89%	1,88%	1,02%
7,57%	10,47%	5,19%
0,89%		1,54%
23,20%		1,22%
6,80%		4,59%
13,65%		6,28%
0,08%		4,36%
3,90%		6,75%
46,83%		

Fonte: Empresa em estudo (2016).

A Figura 9, demonstra a quantidade de dados para cada máquina, tendo a M9 com 7, M10 com 13 e M2 com 14 amostragens. O valor médio da M2 (1,20046), foi mais elevado que as demais máquinas, enquanto que M10 (0,0,00046) teve um menor valor de variância. Observa-se que as hipóteses levantadas foram as mesmas do tópico anterior.

FIGURA 9: Resumo do Excel para o Filme 75x0,02

RESUMO					
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
M2	14	1,20046	0,08575	0,01646	
M9	7	0,28352	0,0405	0,00147	
M10	13	0,40209	0,03093	0,00046	

Fonte: Saída do @Excel (2016).

A Figura 10 traz o resultado da análise a ANOVA, onde obteve-se o P-valor (0,23683), e por ser maior que 0,05 (erro considero), não se rejeita a hipótese nula, posto que não há diferença significativa de variabilidade entre as máquinas.

FIGURA 10: ANOVA para verificar o teste de hipótese do Filme 75x0,02

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,02223	2	0,01112	1,50945	0,23683	3,30482
Dentro dos grupos	0,22828	31	0,00736			
Total	0,25051	33				

Fonte: Saída do @Excel (2016).

Usando (Fórmula 1) desvio padrão das médias:

$$\bar{s}_y = \sqrt{0,007364} / \sqrt{11,333333}$$

$$\bar{s}_y = 0,02549.$$

O Limite de Decisão Ld (Fórmula 2):

$$Ld = 3. (0,02549)$$

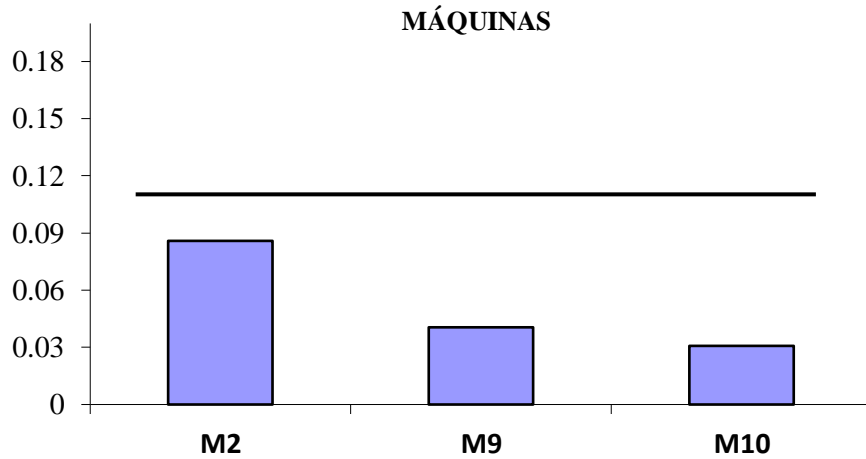
$$Ld = 0,07647.$$

Analisado o valor do limite de decisão com a média entre as máquinas. Foram utilizadas as barras contínuas que não diferem entre si,

- M2(0,08575) - M9(0,04050) = 0,04524 < Ld (0,07647), então não há diferença significativa;
- M9(0,04050) - M10(0,03093) = 0,00958 < Ld (0,05748), então não há diferença significativa.

A Figura 11 demonstra a análise entre as médias. Como as máquinas não diferem entre si, a melhor opção do processo é a máquina M10 a qual apresenta um menor valor médio.

FIGURA 11: Gráfico das perdas em função de cada máquina



Fonte: Saída do Excel (2016).

Usando as fórmulas (3) e (4), respectivamente, dos componentes de variação:

$$E [MQR] = 0,007364, \quad e,$$

$$0,011115 = 0,007364 + 11,333333 \cdot \sigma_2^2$$

$$\sigma_2^2 = 0,00375100.$$

A estimativa total (Fórmula 5),

$$\sigma_t^2 = 0,007364 + 0,00375100$$

$$\sigma_t^2 = 0,011115,$$

logo,

$$\frac{\sigma_t^2}{\sigma^2}$$

$$= 0,007364 / 0,011115$$

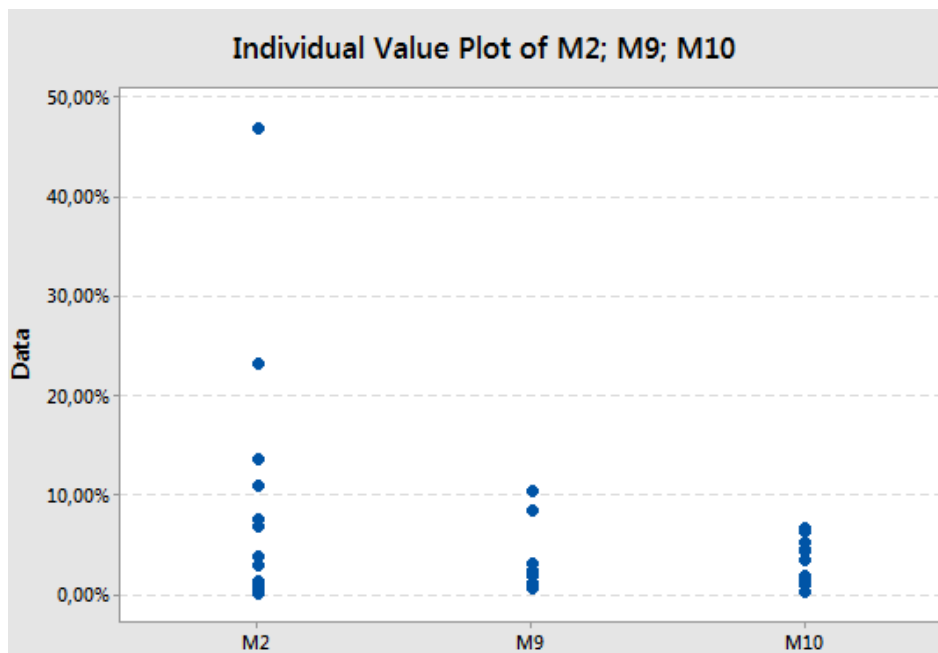
$$= 0,663$$

$$\sim 66,25 \%$$

Observa-se que 66,25% da variabilidade total dos valores das perdas das máquinas deve-se a diferença “entre as máquinas” e apenas 33,75% corresponde a diferença dos valores “dentro das próprias máquinas”.

A Figura 12 expõe a variação dos dados, a máquina M2 apresenta maior variação, observado no ponto que se encontra em torno dos 48%.

FIGURA 12: Visualização gráfica variação dos dados



Fonte: Saída do @Mintab17.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados das análises dos dados realizados, percebe-se que não foi encontrada diferença significativa entre as máquinas M2, M9 e M10, no que tange às falhas durante o processo produtivo dos filmes 80x 0,20 e 75x 0,020.

Em relação à produção do filme 80x 0,20, após análise, foi constatado que a máquina M9 apresenta o menor valor de perdas, com média de 0,061412. Esta máquina também possui a menor variabilidade 0,001411 quando comparada as outras máquinas. Considerando as perdas do processo, a máquina M2 apresenta-se como a melhor opção.

A máquina M2 possui uma variância mais elevada (0,004944) e maior valor médio de perdas (maior que 10%) em comparação as demais máquinas. Tendo em vista os aspectos observados na produção do filme 75x0,020 a máquina M10 é a melhor opção em relação ao menor percentual de perdas, para este filme a M2 apresentou o pior desempenho entre as máquinas.

De acordo com os resultados obtidos, a máquina M2 apresentou-se um nível mais elevado de variação e percentual de perdas, portando essa máquina é a opção menos recomendada para produzir Filme Termoencolhível nos tamanhos 75x0,020 e 80x0,020.

### REFERÊNCIAS

ABIEF. **Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis**. Disponível em: <[www.abief.com.br/noticias.php#580](http://www.abief.com.br/noticias.php#580)> Acesso em: 20 de Abril de 2016.

ABRE. **Associação Brasileira de Embalagens**. Disponível em: <[www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/](http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/)> Acesso em: 21 de Abril de 2016.

BEM, A. N. **Implantação do conceito de troca rápida de ferramentas no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de embalagens plásticas flexíveis**. Universidade Federal de Santa Catarina, mestrado em engenharia, Florianópolis, 2002.

CARVALHO, E.; EMILIA, M.; AUGUSTO, A. **Processo de fabricação de filmes plásticos de polietileno- Gestão da Qualidade**, Universidade Estadual de Paraíba, 2014.

COLANERI, D.; GARCIA, C. **Automação Industrial- Desenvolvimento e modelagem de transdutor fotoelétrico destinado máquinas cortadeiras para embalagens flexíveis**. Sba Controle & Automação, 2007.

FACHIN, L. A. Estudo e pesquisa **indústria de embalagens plásticas da grande Florianópolis-SC**, Universitária da UFSC, 2006.

FILLIETAZ, F. J. **Análise do processo produtivo utilizando ferramentas de gestão da qualidade para diminuição de custos com perdas e falhas**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

**FLEXO TECH**. Disponível em: <[www.flexotech.com.br/produtos/solution-sleeve-cnc-6-e-8-cores](http://www.flexotech.com.br/produtos/solution-sleeve-cnc-6-e-8-cores)> Acesso em: 11 de Junho de 2016.

GIL, N. V. **Tudo Sobre Petróleo**. Disponível em: <[www.petroleo.50webs.com/refino.htm](http://www.petroleo.50webs.com/refino.htm)> Acesso em: 21 de Maio de 2016.



MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Editora LTC, 4° Ed. Rio de Janeiro, 2009.

NEOPLASTIC. **O plástico revolucionando as embalagens**. Disponível em: <[www.neoplastic.com.br/pt/noticias/noticias-do-site/o-plastico-revolucionando-as-embalagens](http://www.neoplastic.com.br/pt/noticias/noticias-do-site/o-plastico-revolucionando-as-embalagens)> Acesso em: 24 de Setembro de 2016.

PADILHA, G. M. A; BOMTEMPO, J. V. **Artigo mercadologia- A inserção dos transformadores de plásticos na cadeia produtiva de produtos plásticos**. Escola de química UFRJ, Ilha do Fundão, 1999.

PAULA, A. A. **Instituto de Embalagem e pesquisa**. Disponível em: <[www.institutodeembalagens.com.br/clippings/522492edecba5.pdf](http://www.institutodeembalagens.com.br/clippings/522492edecba5.pdf)> Acesso em: 22 de Maio de 2016.

PIATTE, M. T. **Plásticos: características, uso, produção e impactos ambientais**, Universidade federal de Alagoas-UFAL, Maceio, 2005.

RIBEIRO, D. L. J; CATEN, T. S. C. **Série monografia qualidade- Projeto de Experimentos**. Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ROCHA, P. A. **Conceitos Básicos de Extrusão e Coextrusão para Embalagens Plásticas Flexíveis**, Apostila 2° edição set/2002.

SCARPETA, E. **Flexografia Manual Prático**. 1° ed. São Paulo: Bloco Comunicação, 2007.

SLACK, N. **Administração da Produção**. Revisão técnica. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SOARES, A. L. F. **Estudo da permeabilidade em filmes de polietileno verde**. Escola de engenharia- Departamento de engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre, 2012.

SOUZA, J. A.; AMBRÓSIO, D. J. **Livro Extrusão de Termoplásticos**. 1° ed, 2001.