

ENGENHARIA DE MÉTODOS APLICADA À ETAPA DE CORTE E SOLDA DO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Lara Siqueira Pereira¹, Jessica D. de C. Nunes²

Resumo: A produção de embalagens plásticas é um processo bastante complexo, já que existem muitas variáveis no seu processo de produção. Além disso, a qualidade associada a esse produto e suas especificações são essenciais para a aplicação e utilização no mercado. O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo de tempos em uma indústria de embalagens plásticas, para dois operadores em situações semelhantes, a fim de perceber as diferenças entre os métodos aplicados por cada operador. O método de pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa e procedimentos técnicos relacionados com a pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Para atingir ao objetivo, foram feitas pesquisas bibliográficas, posteriormente, houve a realização de visitas técnicas à empresa escolhida, para analisar o processo de corte e solda e por fim, foram aplicadas as técnicas de estudo de tempos no processo analisado. Ao final da pesquisa, percebeu-se diferenças entre os métodos de trabalho dos dois operadores, além das diferenças entre seus gráficos homem-máquina, e a influência dessas diferenças no processo produtivo, sendo assim de extrema importância da padronização do método para aumentar a produtividade da empresa.

Palavras-chave: Produção; embalagens plásticas; engenharia de métodos; cronometragem.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente industrialização e a acirrada concorrência do mercado, as empresas estão procurando alternativas que os auxiliem na sua consolidação no mesmo. Diante deste quadro, o estudo de tempos e movimentos surge como uma ferramenta usada para as organizações atingirem seus objetivos, por meio da redução de tempos de produção e na busca do método ideal para ser usado. Segundo [1], o campo de ação do estudo de tempos e movimentos está cada vez mais amplo e muitas práticas que eram usadas apenas em empresas de grande porte, hoje já são aplicadas nos mais diversos campos empresariais.

Em meio a tantos produtos que o plástico fornece com sua versatilidade, ele possibilita a produção de um bem comum em lojas de bens ao redor de todo o mundo, a embalagem plástica. Devido a sua praticidade, a embalagem plástica garantiu seu lugar em praticamente todos os estabelecimentos que comercializam bens de consumo, com isso, houve um aumento na demanda de embalagem plásticas, o que refletiu na necessidade de um sistema produtivo mais eficiente, isto é, onde cada operação obtivesse o melhor resultado possível com o mínimo de erros cometidos [2].

No processo produtivo de embalagens plásticas, a etapa de corte e solda (picote) mostra-se crítica, não só por ser a etapa em que o produto é moldado, como também pela interação entre homem e máquina. Conforme [3], devido à importância do setor de picote na produção de sacolas plásticas e à sua demanda crescente, é de vital importância alcançar a produtividade máxima deste processo. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo de tempos em uma indústria de embalagens plásticas, para dois operadores em situações semelhantes, a fim de perceber as diferenças entre os métodos aplicados por cada operador.

Além da introdução, o artigo está estruturado a partir de uma seção que explica conceitos, definições, aplicações e análises sobre o tema estudado, dando o embasamento teórico para realização da pesquisa. Adiante, apresenta-se uma seção que explica os métodos que foram aplicados na pesquisa, além da sua classificação. Por fim, há a análise dos resultados e as considerações finais a respeito do que foi obtido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Engenharia de Métodos

Engenharia de métodos é definida como a atividade que se dedica a melhorar o desenvolvimento dos processos de produção, para suportar sua fabricação. Esta engenharia se preocupa em estabelecer quais os métodos de trabalho mais eficientes e seus devidos tempos adequados, ou seja, otimiza o local de trabalho,

intervindo em ajustes de máquinas, movimentações de materiais, layouts, medições de tempos adequados, etc [4].

Desse modo, pode-se dizer que a engenharia de métodos é muito importante para qualquer organização, a sua aplicação diante da necessidade de racionalizar os recursos disponíveis, de controlar os desperdícios, de padronizar o processo produtivo, de balancear a cadeia produtiva e de desenvolver uma sequência lógica de operações para que qualquer pessoa realize a tarefa, ou seja, o estudo de tempos e movimentos compõe-se um ciclo simplificado que traz um diferencial estratégico para tornar as organizações mais produtivas [5].

2.2. Fluxograma de processos

Um gráfico de fluxo de processos é uma técnica para o registro do processo produtivo de forma compacta, possibilitando uma visão geral não só do sequenciamento do processo, como das ações que serão desenvolvidas em cada etapa, dividindo uma etapa complexa em operações menores. O estudo dos fluxogramas tem por principal objetivo identificar processos ineficientes que impactam negativamente no processo produtivo [6].

O uso de fluxogramas de forma minuciosa, para o entendimento do processo, auxilia nas descobertas de possibilidade de mudanças no procedimento [5], podendo concluir sobre possibilidades de eliminação de operações ineficazes, combinações de operações, formatação do trajeto de peças e entre outras melhoras que colaborem para a diminuição do tempo e do gasto envolvido na produção de um produto. É importante entender que o fluxograma se adequa ao problema a ser analisado, como qualquer outra ferramenta gráfica. O gráfico pode seguir duas abordagens, a análise da operação do tipo homem ou do tipo produto, de forma que os dois tipos não podem ser combinados [1].

2.3 Estudo de tempos

O estudo de tempos é um método utilizado na obtenção do tempo necessário para um indivíduo qualificado, que trabalha em condições normais, executar determinada operação [7]. O procedimento a ser seguido pode variar dependendo da atividade analisada e da aplicação dos dados, porém, conforme [1], é o método mais empregado na indústria para medir o trabalho.

Como o tempo de operação de uma atividade pode variar ao longo das cronometragens, um trabalho deve ser observado ao longo de diversos ciclos. Matematicamente, a quantidade necessária de ciclos a serem cronometrados é descrita pela Equação 1, onde, n é o número de ciclos a serem cronometrados, z é o coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada, R é a amplitude da amostra, E_r é o erro relativo, d_2 o coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente e $\bar{x}$ a média da amostra [8]. Além disso, também devem ser fixados os valores da probabilidade e do erro relativo, que são comumente usados como 90% e 10% ou 95% e 5%. Nas Tabela 1 e 2 são apresentadas as tabelas de distribuição normal padrão e a tabela de coeficiente d_2 para o número de cronometragens iniciais, respectivamente.

$$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Tabela 1. Distribuição normal padrão. Adaptado de [4].

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Tabela 2. Coeficiente d_2 para o número de cronometragens iniciais. Adaptado de [4].

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Quando cronometrado todas as operações, um fator a ser considerado é a velocidade de trabalho dos operadores que serão observados. Conforme [4], este procedimento é uma das partes mais difíceis do estudo de tempos, já que o cronoanalista precisa fazer uma análise subjetiva do ritmo dos trabalhadores. Essa velocidade pode ser alterada facilmente durante as cronometragens e os fatores podem variar desde ao operador mudar seu ritmo de trabalho por saber que está sendo analisado, ou até devido ao horário das medições.

Para o cálculo do tempo-normal das atividades, o único fator considerado é a velocidade do trabalhador, “que é expressa como uma taxa de desempenho que reflete o nível de esforço do operador observado, que deve também ser incluída para normalizar o trabalho” [4]. A Equação 2, ilustra o cálculo do tempo-normal, onde TN é o tempo normal, TC é o tempo cronometrado e v é a velocidade do operador.

$$TN = TC \times v \quad (2)$$

Para conseguir chegar ao tempo-padrão da operação, ainda é necessário conhecer as tolerâncias necessárias no tempo de trabalho. Essas paradas do trabalho podem ser divididas entre tolerâncias pessoais, tolerâncias para fadiga e tolerâncias de espera. As tolerâncias pessoais são todas as paradas relacionadas as necessidades de cada operador e a duração pode ser determinada através de um levantamento contínuo. Já as tolerâncias por fadiga, são difíceis de mensurar e resulta de causas tanto mentais quanto físicas. Também deve ser considerado as tolerâncias para espera, que podem tanto ser evitáveis quanto inevitáveis e as esperas intencionais feitas pelos trabalhadores não devem ser incluídos no cálculo do tempo-padrão [1].

O total das tolerâncias dependerá da classe do trabalho e a “[...] forma como o cálculo [...] é feito e os valores exatos das tolerâncias dadas para cada fator que determina a extensão da tolerância variam entre diferentes organizações.” [9] As tolerâncias são aplicadas como porcentagens do tempo normal, que serão adicionadas a este tempo para se obter o tempo-padrão [1]. A Equação 3 expõe o cálculo do tempo padrão, onde TP é o tempo-padrão, TN é o tempo-normal e t são as tolerâncias.

$$TP = TN + (TN \times t) \quad (3)$$

2.4 Gráfico Homem-Máquina

Os processos produtivos possuem muitas tarefas e atividades menores que pode ser submetida a estudos. Dentre as diversas maneiras de analisar essas atividades, a construção do gráfico homem-máquina possibilita a representação clara da inter-relação do tempo do operador e o tempo da máquina, registrando isoladamente quando um ou o outro trabalham, quando trabalham em conjunto, ou só esperam. Além disso, o gráfico homem-máquina indica meios para eliminar o tempo de espera da máquina, equilibrando o trabalho do homem e da máquina [1].

A simbologia usada na construção do gráfico homem-máquina, segue conforme [8]:



Atividade independente: são atividades em que o operador ou a máquina executa sem a necessidade do outro componente.



Atividade combinada: a atividade desenvolvida ocorre simultaneamente pelo operador e pela máquina.



Espera: Um dos componentes está aguardando o término do processo.

2.5. Processo produtivo das embalagens plásticas

O amplo mercado de embalagens plásticas atende muitos setores, como industriais, alimentícios, entre outros. Conforme [10], de acordo com o mercado consumidor e o tipo de produto acondicionado, a importância da embalagem para a comercialização do produto será diferente, embora, no geral, ela tenha as funções. Segundo [11], a definição de embalagem é: um recipiente que agrupa e armazena quantidades de um conteúdo com as principais funções de conservar e proteger o produto contra danos, conservando as características, prolongar a vida útil, manter a qualidade, facilitar o transporte e listar informações necessárias para o consumidor, como formas de uso, composição, etc.

De acordo com [3], o gerenciamento dos recursos de produção é uma tarefa muito complexa, por existir uma grande diversidade de possibilidades, e por esse motivo é muito importante ter o processo de fabricação bem definido. No caso de embalagens plásticas, o processo produtivo se divide em quatro etapas: Seleção da matéria prima; Extrusão; Impressão, onde só passa por essa etapa aquelas embalagens que precisam ser impressas; por fim, o corte e solda (picote). Segundo [12], a primeira etapa do processo se inicia com o recebimento da ordem de produção, sendo posteriormente realizada a identificação, a separação e a conferência dessa matéria-prima. As principais matérias primas utilizadas são as derivações do etileno, como o PEAD (polietileno de alta densidade), o PEBD (polietileno de baixa densidade) e o PEBDL (polietileno de baixa densidade linear).

A segunda etapa do processo ocorre na linha de extrusão, onde o material se encontra em forma de grânulos ou pó previamente seco, que alimenta o funil da extrusora, o qual através da gravidade, cairá sobre uma rosca que o levará para um cilindro aquecido pela fricção do material com a parede do cilindro [13]. A ação da rosca sobre o material é o que gera a pressão necessário para fazer o mesmo sair pelo bico da injeção, que vai definir a forma do produto. Após, o material é esfriado em rolos (bobinas). É neste processo que são definidas as características quantitativas do produto, como espessura, cor, brilho, etc. [14] A terceira etapa do processo é a impressão, no qual [3] define que no processo de impressão utilizam-se tintas líquidas altamente secativas, a base de água, solvente ou curadas por luz UV. Ainda segundo esse autor, um dos tipos de impressão, chama-se flexografia e é um sistema de impressão direta em que a matriz, clichê de borracha, é relevo gráfica.

A quarta etapa é o de corte e solda (ou picote), onde são feitas a solda do fundo das embalagens e o picote entre elas. Com isso, é nesta etapa em que as larguras do material são definidas, podendo variar de acordo com o pedido do cliente. Além disso, os tipos de solda também são definidos, podendo variar entre solda de fundo, solda lateral e solda beira-lateral. As máquinas são diferenciadas de acordo com o tipo de solda que podem realizar e com a largura das bobinas que podem ser processadas [3]. Segundo [15], o corte faz parte do processo final de acabamento, esse processo é responsável pela transformação dos filmes impressos em sacos, no processo bobina impressa é alinhada na máquina para dobrar o filme, depois passa em um registro de fotocélula onde os rolos são ativando a selagem. Esse é um processo que requer maior tempo para ser realizado, pois as embalagens são cortadas individualmente.

Com base no exposto, percebe-se a relevância da etapa de corte e solda, já que [3] expõe que devido à importância do setor de picote na produção de sacolas plásticas e à sua demanda crescente, é de vital importância alcançar a produtividade máxima deste processo. Desse modo, percebe-se o quão importante é estudar e analisar essa etapa do processo na presente pesquisa.

3. METODOLOGIA

A pesquisa abordada neste artigo é caracterizada, quanto a natureza, como sendo uma pesquisa aplicada, uma vez que é baseada no objetivo de conhecer ou compreender a situação analisada e gerar soluções para problemas específicos. Além disso, em relação à abordagem, a pesquisa classifica-se como quali-quantitativa, já que essa se direciona tanto a análise qualitativa do processo de corte e solda na fabricação de sacos plásticos, quanto a análise quantitativa dos tempos dessa operação.

No que tange aos seus objetivos, pode-se caracterizar esta pesquisa como exploratória, já que busca o aprimoramento de ideias ou descobrir intuições, apresentando um planejamento flexível, de forma que possibilite considerar os diversos aspectos relacionados ao tema estudado [16]. Ademais, com base nos procedimentos técnicos pode-se classificar este estudo como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, visto que é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, e, também, consiste num estudo profundo de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tendo uma flexibilidade metodológica [16]. Assim sendo, a pesquisa dividiu-se em etapas, conforme a Figura 1:

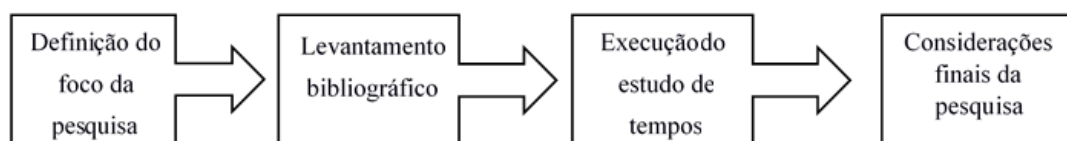


Figura 1. Etapas da metodologia. (Autoria própria)

A definição do foco da pesquisa foi realizada por meio da análise geral do processo produtivo da empresa, com o intuito de verificar as possíveis áreas propícias à aplicação do estudo de tempos, onde o setor de corte e solda se destacou por ser o maior setor da empresa, compreendendo o maior número de maquinário e também de funcionários. Além disso, as atividades do setor são altamente repetitivas, que podem variar de acordo com o tipo de material que está sendo trabalhado. O levantamento bibliográfico se deu por meio de pesquisas em livros-base de engenharia de produção, e também artigos científicos e trabalhos na área, tanto do estudo de tempos, quanto sobre o processo produtivo das embalagens plásticas. Após a análise da literatura, iniciou a fase de estudo de tempos, executada na empresa Mossoró Plásticos, localizada na cidade de Mossoró-RN. Ao todo, foram necessárias 3 visitas técnicas a empresa, realizadas durante o mês de julho de 2018, a fim de executar uma observação geral dos processos e realizar a coleta de dados necessários para realizar as considerações finais da pesquisa. A etapa de execução do estudo de tempos foi dividida em nove atividades, quais sejam:

- i. Registros de informações sobre a operação completa do setor de corte e solda e escolha dos dois operadores a serem analisados;
- ii. Elaboração do fluxograma do processo a partir dos dados obtidos, com auxílio do software Bizagi;
- iii. Por meio de filmagens e observações diretas, foi analisado as operações envolvidas no processo e divididas em atividades menores para a melhor compreensão do processo;
- iv. Usando a cronometragem, observou-se e registrou-se os tempos de cada atividade para ambos operadores;
- v. Após as cronometragens preliminares, escolheu-se o intervalo de confiança para a análise dos dados e calculou-se o número de ciclos adequados para este intervalo;
- vi. Após validadas as cronometragens, avaliou-se o ritmo dos operadores e determinou-se as tolerâncias necessárias para a jornada de trabalho;
- vii. Com todos os dados obtidos, calculou-se os tempos normais e tempos padrões para os dois operadores;

-
- viii. Foram criados os gráficos Homem-Máquina para os dois operadores escolhidos;
 - ix. Foi elaborado a tabela-resumo dos gráficos homem-máquina;

Vale ressaltar que os operadores foram escolhidos por estarem trabalhando com materiais de mesma dimensão e operando modelos idênticos de máquinas de corte e solda, em um mesmo horário de trabalho, para que estes fatores não influenciassem no resultado final. Por fim, os resultados foram analisados e elaborou-se as considerações finais da pesquisa mostrando as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da empresa

A indústria escolhida para a análise, a Mossoró Plásticos, é localizada na cidade de Mossoró-RN e atende clientes por todo o Nordeste. A empresa iniciou suas atividades no ano de 2009, em um pequeno galpão localizado no Alto de São Manoel, e em seu catálogo era restrito aos sacos plásticos lisos com espessuras maiores, e já atendia a pequenos comércios da cidade. No início, a empresa contava apenas com uma máquina extrusora e uma máquina picotadeira e 6 funcionários. Atualmente, a empresa está localizada no Distrito Industrial da cidade, e conta com aproximadamente 70 colaboradores e maquinário renovado, com 16 picotadeiras, 8 máquinas extrusoras e 3 máquinas impressoras, com capacidade de produzir cerca de 350 toneladas de produtos acabados por mês. Além disso, além das embalagens lisas, também disponibiliza aos clientes sacos plásticos impressos, sacos de lixo e bobinas para empacotamento automático.

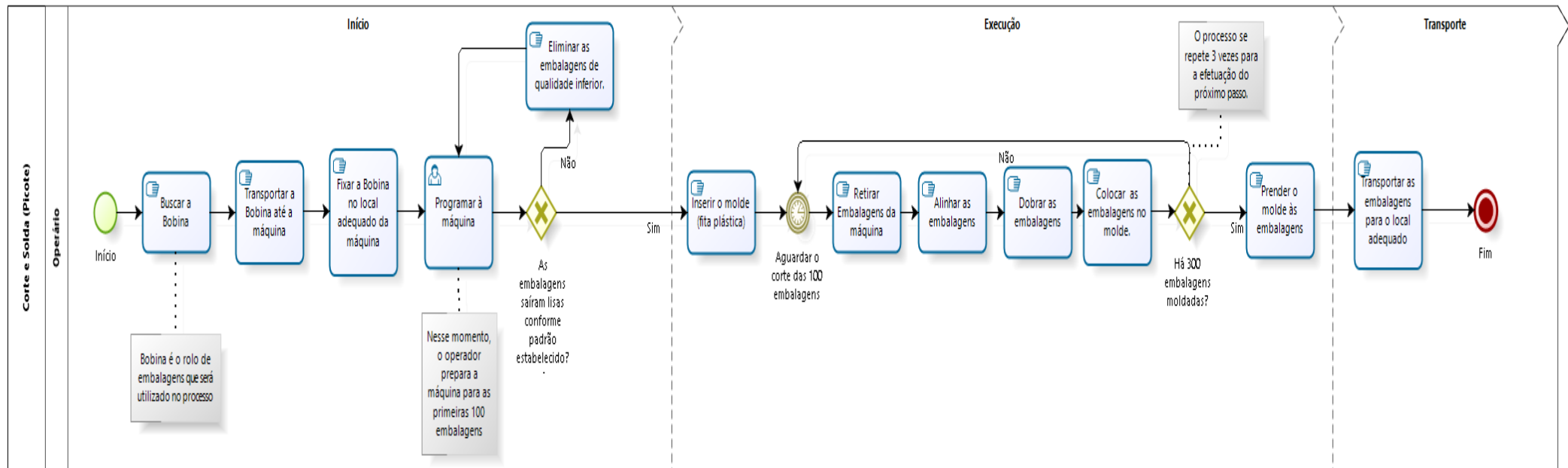
O setor em análise da empresa, o corte e solda, conta com 16 funcionários, onde cada um é responsável por uma máquina picotadeira. O setor possui apenas um horário de trabalho, com jornada de 8 horas diárias. Os operadores das máquinas são predominantemente do sexo masculino, contando apenas com 3 operadoras do sexo feminino e a faixa etária varia entre 18 e 35 anos. Além disso, é o departamento que determina praticamente toda a capacidade produtiva da empresa, visto que são poucos produtos vendidos que não passam pelo corte e solda.

Atualmente, este setor passa por problemas de produção devido a inconstâncias da quantidade produzida durante a semana, fazendo com que a demanda de algumas semanas com baixa produção não seja atendida e conseqüentemente, havendo atrasos na entrega dos pedidos aos clientes. Este problema é gerado em virtude da capacidade produtiva dos funcionários do setor não serem constantes.

4.2 Fluxograma de processos

A partir dos dados obtidos das amostras de pesquisa foi possível a elaboração do fluxograma mostrado na Figura 2, para a simplificação do entendimento do processo.

Figura 2. Fluxograma das atividades desenvolvidas. (Autoria própria)



4.3 Estudo de tempos

A operação escolhida para o estudo de tempos foi o processo de corte e solda, onde dois funcionários operam máquinas de picote, as quais são responsáveis pela soldagem e pelo corte das bobinas em tamanhos pré-determinados. Todo o processo foi dividido em etapas principais, onde houve pouca variação em relação aos dois operadores analisados. Para a realização do estudo, foram feitas cinco observações preliminares de cada operador, totalizando dez cronometragens. Nas Tabelas 3 e 4 são mostrados os resultados obtidos.

Tabela 3. Cronometragens preliminares do operador 1. (Autoria própria)

Operação	Tempos cronometrados (seg)				
	1	2	3	4	5
1. Inserir o molde (fita plástica)	7,10	5,30	4,75	8,07	5,15
2. Ociosidade (espera por mais embalagens)	3,19	7,41	4,63	5,03	4,90
3. Retirada de 100 embalagens da máquina	4,05	4,17	4,45	5,15	4,57
4. Alinhar as 100 embalagens	7,84	3,08	1,76	6,80	8,67
5. Dobrar as 100 embalagens	5,57	5,29	4,03	5,36	6,79
6. Colocar as 100 embalagens no molde	36,51	5,42	4,17	22,80	12,45
7. Ociosidade (espera por mais 100 embalagens)	2,51	34,20	27,37	6,02	4,09
8. Retirada de 100 embalagens da máquina	2,91	3,46	6,89	6,97	8,65
9. Alinhar as 100 embalagens	5,99	2,38	2,64	6,82	4,48
10. Dobrar as 100 embalagens	35,34	5,17	3,63	31,99	30,56
11. Colocar as 100 embalagens no molde	9,59	39,37	7,90	5,76	9,28
12. Ociosidade (espera por mais 100 embalagens)	10,38	5,51	32,31	5,74	9,57
13. Retirada de 100 embalagens da máquina	6,20	9,30	4,26	9,87	6,75
14. Alinhar as 100 embalagens	12,73	5,19	10,17	3,56	16,8
15. Dobrar as 100 embalagens	5,12	19,95	5,33	4,40	5,09
16. Colocar e prender as embalagens no molde	4,10	5,19	13,47	10,01	9,03
17. Transportar até a mesa	0,63	0,97	2,30	0,46	3,04
Total	159,76	164,36	150,35	152,39	149,87

Durante as cronometragens do operador 1, foi percebida apenas pequenas diferenças entre o tempo total da operação. Porém, os tempos de ociosidade do mesmo possuem inconstância, visto que em algumas situações o operador teve tempo de ociosidade quase insignificante e em outras, longos períodos de parada. Já o operador 2 não possui flutuação entre seus tempos de ociosidade e consegue ter um tempo de parada de aproximadamente 30 segundos a cada retirada de 100 embalagens da máquina.

Tabela 4. Cronometragens preliminares do Operador 2. (Autoria própria)

Operação	Tempos cronometrados (seg)				
	1	2	3	4	5
1. Inserir o molde (fita plástica)	5,08	6,11	7,19	4,81	5,42
2. Ociosidade (espera por mais embalagens)	2,27	3,56	5,14	4,37	5,41
3. Retirada de 100 embalagens da máquina	5,42	4,58	7,02	4,53	12,92
4. Alinhar as 100 embalagens	2,70	2,59	4,39	4,22	3,35
5. Dobrar as 100 embalagens	4,83	3,54	6,87	2,67	3,26
6. Colocar as 100 embalagens no molde	2,72	2,22	2,56	17,57	4,02
7. Ociosidade (espera por mais 100 embalagens)	29,42	33,56	29,00	23,84	27,02
8. Retirada de 100 embalagens da máquina	4,09	3,69	4,21	3,87	3,76

9. Alinhar as 100 embalagens	2,89	2,65	5,40	3,07	3,07
10. Dobrar as 100 embalagens	4,98	3,61	7,37	2,92	2,10
11. Colocar as 100 embalagens no molde	2,04	2,30	3,71	4,16	2,54
12. Ociosidade (espera por mais 100 embalagens)	30,76	33,66	27,06	32,14	19,62
13. Retirada de 100 embalagens da máquina	8,32	3,83	3,87	7,45	26,01
14. Alinhar as 100 embalagens	3,07	2,69	6,99	5,23	5,33
15. Dobrar as 100 embalagens	3,66	3,41	5,91	4,22	3,51
16. Colocar e prender as embalagens no molde	14,77	12,58	14,63	13,97	16,06
17. Transportar até o palete	5,66	6,05	2,52	5,97	2,41
Total	133,56	130,70	143,90	145,21	145,89

Para o cálculo do número de ciclos necessários para o nível de confiança escolhido, de 95% e erro de $\pm 5\%$, são necessárias a média e a amplitude dos valores cronometrados, além dos valores de z e de d_2 , acordo com a Equação 1. Esses resultados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Valores da média e amplitude para ambos operadores. (Autoria própria)

	$\bar{x}$	R
Operador 1	155,346	14,49
Operador 2	139,850	15,19

Para o operador 1, o n encontrado, referente ao número de cronometragens precisas, foi de 3 cronometragens e para o operador 2, o número de ciclos necessários foi de 4 cronometragens.

Para o operador 1:

$$n = \left(\frac{1,96 \times 14,49}{0,05 \times 2,326 \times 155,346} \right)^2 \approx 3 \text{ cronometragens}$$

Para o operador 2:

$$n = \left(\frac{1,96 \times 15,19}{0,05 \times 2,326 \times 139,85} \right)^2 \approx 4 \text{ cronometragens}$$

Como o número de ciclos foi menor que a quantidade de cronometragens realizadas preliminarmente, as amostras podem ser usadas para definir o tempo do processo. O ritmo do operador foi feito considerando que a velocidade ideal para a operação seria 150 cortes/min. No ajuste da máquina, notou-se que os operadores trabalhavam em velocidades de corte diferentes. Na máquina do operador 1, velocidade de corte constava em 125 cortes/min e na máquina do operador 2, 140 cortes/min. Calculou-se as porcentagens desses valores considerando o valor ideal:

Para o operador 1:

$$\text{Ritmo} = 125/150 = 0,83$$

Para o operador 2:

$$\text{Ritmo} = 140/150 = 0,93$$

Em relação às tolerâncias, estimou-se 3% de tolerância pessoal devido ao tempo de 15 minutos disponibilizado aos trabalhadores para suas necessidades pessoais. As tolerâncias de fadiga, foram estimadas em 10% e 2% de tolerância (aproximadamente 10 minutos) para esperas inevitáveis para ajustes ou interrupções que podem vir a ocorrer durante a produção, totalizando 15% sobre o tempo-padrão medido. Com base nessas informações, elaborou-se a Tabela 6, na qual são apresentados o tempo normal e tempo padrão da operação para os dois operadores.

Tabela 6. Tempo normal e tempo padrão. (Autoria própria)

	Tempo total (seg)	Tempo total (min)	Ritmo do operador	Tempo-Normal (min)	Tolerâncias	Tempo-padrão (min)
Operador 1	155,346	2,6	0,83	2,158	0,15	2,482
Operador 2	139,850	2,33	0,93	2,167	0,15	2,492

Para o operador 1:

$$TN = TC \times \text{Ritmo} = 2,6 \times 0,83 = 2,158 \text{ minutos}$$

$$TP = TN + (TN \times \text{tolerâncias}) = 2,158 + (2,158 \times 0,15) = 2,482 \text{ minutos}$$

Para o operador 2:

$$TN = TC \times \text{Ritmo} = 2,33 \times 0,93 = 2,167 \text{ minutos}$$

$$TP = TN + (TN \times \text{tolerâncias}) = 2,167 + (2,167 \times 0,15) = 2,492 \text{ minutos}$$

Com isso, têm-se que, para produzir um fardo de 300 embalagens plásticas, o operador 1 e o operador 2, levam, respectivamente, 2,48 minutos e 2,49 minutos. Por meio da razão entre o tempo total da jornada de trabalho e do tempo-padrão, é encontrado a capacidade produtiva de ambos operadores. Sendo assim, foi encontrado que o operador 1 consegue produzir aproximadamente 194 fardos de 300 embalagens, e o operador 2, 193 fardos por dia de trabalho.

4.4 Gráfico Homem-Máquina para os dois operadores

Após a análise do processo de corte e solda e utilizando os tempos cronometrados na etapa anterior, conseguiu-se montar um Gráfico Homem-Máquina para os dois operadores analisados, ver Figuras 3 e 4.

HOMEM		MÁQUINA	
OPERADOR	TEMPO (s)	PICOTADEIRA	TEMPO (s)
Em atividade	6,074	Picotando embalagens	11,106
Ociosidade (espera)	5,032		
Retirada das 100 embalagens	4,478	Parada	4
Em atividade	27,308	Picotando embalagens	42,62
Ociosidade (espera)	14,838		
Retirada das 100 embalagens	5,776	Parada	4
Em atividade	40,18	Picotando embalagens	54,66
Ociosidade (espera)	12,702		
Retirada das 100 embalagens	7,276	Parada	4
Atividade	27,508	Picotando embalagens	30,78

Figura 3. Gráfico Homem-Máquina para o operador 1. (Autoria própria)

HOMEM		MÁQUINA	
OPERADOR	TEMPO (s)	PICOTADEIRA	TEMPO (s)
Em atividade	5,722	Picotando embalagens	9,87
Ociosidade (espera)	4,15		
Retirada das 100 embalagens	6,894	Parada	4
Em atividade	13,502	Picotando embalagens	44,96
Ociosidade (espera)	28,568		
Retirada das 100 embalagens	3,924	Parada	4
Em atividade	10,64	Picotando embalagens	39,21
Ociosidade (espera)	28,648		
Retirada das 100 embalagens	9,896	Parada	4
Em atividade	27,728	Picotando embalagens	33,62

Figura 4. Gráfico Homem-Máquina para o operador 2. (Autoria própria)

Algumas informações precisam ser consideradas para a criação do Gráfico Homem-Máquina. O tempo de parada da máquina foi considerado 4 segundos devido ao padrão do modelo da picotadeira, que tem esse tempo de parada para que o operador retire as embalagens rapidamente. Já o tempo de picote das embalagens vai depender da velocidade escolhida pelo operador e também de alguns fatores do maquinário, como peças em bom estado, manutenções preventivas em dia, etc. Com isso, foi elaborada a Tabela 7 para resumir o tempo padrão, o tempo de trabalho, o tempo total da operação, bem como a utilização tanto dos operadores quanto das máquinas picotadeiras.

Tabela 7. Resumo do Gráfico Homem-Máquina. (Autoria própria)

	Operador 1	Picotadeira 1	Operador 2	Picotadeira 2
Tempo parado (em segundos)	32,57	12	61,37	12
Tempo de trabalho (em segundos)	118,60	138,17	78,31	121,66
Tempo total (em segundos)	151,17	151,17	139,67	139,67
Utilização (em %)	78,45%	91,40%	56,07%	87,11%

As utilizações, tanto dos operadores quanto das picotadeiras, foram calculadas pela razão do tempo de trabalho pelo tempo total da operação. O valor encontrado para a utilização mostra a porcentagem de tempo que o funcionário ou a máquina que o mesmo opera, está em atividade, durante o período analisado. Além disso, para o melhor entendimento, o tempo de picote das embalagens foi igualado ao tempo de atividade do operador, já que a diferença entre esses tempos é pouco significativa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todos os estudos realizados no presente trabalho, foi possível concluir que o objetivo de fazer um estudo de tempos, para dois operadores em situações semelhantes, foi cumprido, visto que foram construídos um fluxograma do processo, o Gráfico Homem-Máquina de 2 operadores e o estudo de tempos, descobrindo o tempo padrão de cada operador. Desta maneira, através da análise dos resultados obtidos, foi possível perceber as características que diferem os dois operadores. No método de trabalho, a diferença mais significativa encontrada entre os dois operadores foi em relação ao transporte do fardo das 300 embalagens. O operador 1, nesta etapa, possui um menor tempo, pois apenas coloca as embalagens dispostas na mesa. Já o operador 2, transporta seu fardo até o palete, onde chegará outro funcionário para organizá-los em pacotes maiores para expedição.

A partir da tabela resumo do gráfico homem-máquina dos operadores, percebe-se as diferenças de utilização entre os dois operadores, apesar da pouca diferença entre os tempos-padrões dos dois. O primeiro operador apresenta mais de 78% de utilização no processo, ou seja, apresenta poucos tempos ociosos durante a produção. Porém, isto não quer dizer necessariamente que é ruim ter uma menor utilização, já que o operador 2 se mostra com boa habilidade em seu trabalho e consegue realizar as atividades necessárias em menor tempo, conseguindo ter mais tempo de folga entre as suas atividades. Esta diferença pode ser interpretada devido ao tempo de contato dos operadores com o processo produtivo da empresa. Ambos os operadores só tiveram conhecimento sobre a operação após serem admitidos na organização, mas o que os diferem é o período em que estão na empresa. O operador 1 possui apenas 3 anos de experiência com o setor de corte e solda, já o operador 2 possui quase 8 anos de contato com o setor de corte e solda de embalagens plásticas. Uma forma para realizar-se a diminuição do tempo da operação de corte e solda, seria a determinação do sequenciamento mais eficiente e utilizá-lo como método modelo, e com isso proporcionar a padronização da operação. Para isso, poderia ser feito um treinamento, para funcionários, focado em tal padronização.

Esta pesquisa apresentou como limitação a dificuldade para medir com precisão os tempos das tarefas, ou seja, ao cronometrar a operação, o cronometrista pode não ter sido preciso, tendo um atraso ao gravar os tempos, além disso os cronômetros utilizados apresentam uma pequena falha de arredondamento, pois ao somar os tempos de cada ciclo há uma pequena diferença em relação ao tempo total. Para minimizar essa limitação, poderia ter sido utilizado um cronômetro profissional. Por fim, ao observar todo o processo produtivo das embalagens, percebeu-se que outro ponto importante a ser estudado seriam as questões relacionadas a ergonomia e segurança no trabalho, visto que muitos operadores não usavam os devidos equipamentos de proteção individual, sendo assim uma boa temática para trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARNES; Ralph M. **Estudos de movimentos e tempos: Projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Ed. Blucher, 2012.
- [2] ABIPLAST. **Perfil 2017**. Disponível em: <http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/Perfil-2017.pdf>.
- [3] LOPES, Juliana. **Análise e otimização do sequenciamento de produção de uma empresa de médio porte de embalagens plásticas**. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

-
- [4] PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da Produção** – Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.
- [5] FERREIRA, Gleisse Kelly Mendes; GONTIJO, Fabio de Brito. **A racionalização de tempos e de movimentos nos processos produtivos por meio da engenharia de métodos**. XXXVII Enegep - Encontro nacional de engenharia de produção, 2017. Joinville.
- [6] VIEIRA, Iago César Cavalcante; SANTOS, Juscelino Silva dos. **Análise e estudos de tempos e métodos em uma indústria de gelados na cidade de Maceió-AL**. 2018. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2018.
- [7] CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.; **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Ed. Atlas, 2005.
- [8] MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2005.
- [9] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed. Atlas, 2009.
- [10] SILVA, Guilherme Pereira da. **Análise de perdas em um processo produtivo de embalagens plásticas flexíveis**. 2016. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2016.
- [11] SEBRAE. **Fábrica de embalagens plásticas**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-embalagens-plasticas,68497a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 21 ago. 2018.
- [12] OLIVEIRA, Odilon José Neto; BORGES, Gilsimar Ferreira; MAIA, Leonardo Caixeta de Castro; GANDOLFI, Maria Raquel Caixeta; MACHADO, Sany Karla. **Análise da eficiência do processo produtivo de embalagens plásticas para papel higiênico 8 rolos**. XXIX Enegep - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009. Salvador.
- [13] BRAZ, Júlia Araujo et al. Gerenciamento da reciclagem na produção interna das indústrias plásticas. REGRASP, São Paulo, v.3, n.1, p. 45-50, 2018.
- [14] INNOVA. **Manual de extrusão**. Disponível em: <http://www.innova.com.br/arquivos/documentos/relatorio/artigo/56785d393bb51.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.
- [15] CARVALHO, Emanuel; EMILIA, Maria. **Processo de fabricação de filmes plásticos de polietileno**. João Pessoa: 2014. Color. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/emanoelcarvalho14224/processo-de-fabricao-de-embalagens-plsticas-flexveis>. Acesso em: 21 ago. 2018.
- [16] GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.



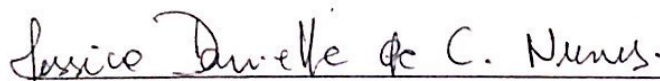
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Engenharias – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

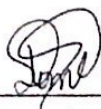
Às Dez (10:00) horas do dia dezenove de março de dois mil e dezenove no laboratório de engenharias II, lado leste da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de autoria da aluna LARA SIQUEIRA PEREIRA, discente do curso de Ciências e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula 2016010241 com o título “**ENGENHARIA DE MÉTODOS APLICADA À ETAPA DE CORTE E SOLDA DO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS**”. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof^ª. Esp. Jéssica Danielle de Carvalho Nunes, presidente da banca e orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso, Prof^ª. Msc. Viviana Maura dos Santos e Prof.^ª. Msc. Priscila Gonçalves Vasconcelos Sampaio como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo a aluna obtido as seguintes notas: 10,0; 9,5; 9,5. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi Aprovado com média geral 9,6. E para constar, eu, Jéssica Danielle de Carvalho Nunes, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 19 de Março de 2019.

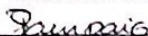
Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Esp. Jéssica Danielle de Carvalho Nunes – UFERSA
Presidente e orientadora



Prof^ª. Msc. Viviana Maura dos Santos
Primeiro membro



Prof^ª. Msc. Priscila Gonçalves Vasconcelos Sampaio – 05165398412
Segundo membro