



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Balanceamento da Linha De Produção da Muçarela em um Laticínio De Pequeno Porte na Região do Alto Paranaíba-MG

Cecilia Cristina Ribeiro Ferreira

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa

Matheus Rodrigues Fonseca Silva

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa

Rafaela Heloísa Carvalho Machado

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa

Thiago Henrique Nogueira

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa

Arthur Almeida Santos

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Viçosa

Resumo: O balanceamento de linha pode ser definido como a busca do equilíbrio em um processo produtivo, de forma a reduzir sobrecargas de trabalhadores e maquinários, otimizando processos e recursos através da alocação de tarefas aos postos de trabalho. O presente estudo tem como objetivo propor um novo modelo de processo de produção da muçarela através do método do balanceamento de linha nas etapas de filagem e embalagem em um laticínio de pequeno porte na região do Alto Paranaíba-MG. Os dados foram coletados por meio de observações diretas, entrevistas não estruturadas e medição dos tempos das atividades envolvidas nas etapas de filagem e embalagem. Calculou-se o tempo de ciclo, número mínimo de postos de trabalhos, folga, tempo ocioso e eficiência da linha. Constatou-se que o método é eficiente, uma vez que aumentou em 25,24% a eficiência no processo de filagem e 36,16% no processo de embalagem. Dessa forma, o método também foi eficaz ao concluir que havia ociosidade no processo, reduzindo um funcionário no processo da filagem e dois na embalagem.

Palavras-Chave: Processo produtivo, Balanceamento de linha, Eficiência, Produtos lácteos.

Balancing of the Mozzarella Production Line in a Small Dairy Date in the Alto Paranaíba-MG Region

Abstract: Line balancing can be defined as the search for balance in a production process, in order to reduce overloads of workers and machinery, optimizing processes and resources by allocating tasks to jobs. The present study aims to propose a new model for the production process of mozzarella using the line balancing method in the stages of filming and packaging in a small dairy in the Alto Paranaíba-MG region. The data were collected through direct observations, unstructured interviews and measurement of the times of the activities involved in the filling and packaging stages. Cycle time, minimum number of jobs, gap, idle time and line efficiency were calculated. It was found that the method is efficient, since it increased the efficiency in the filler process by 25.24% and

36.16% in the packaging process. Thus, the method was also effective in concluding that there was idleness in the process, reducing one employee in the filing process and two in the packaging.

Keywords: Productive process, Line balancing, Efficiency, Dairy products.

1. Introdução

Com a evolução dos recursos tecnológicos, bem como dos processos produtivos, é necessário que as empresas se tornem competitivas para obter sucesso em um mercado cada vez mais globalizado, que exige rápida adaptação às novas ferramentas, tendências e exigências dos clientes (LOPES, 2014). Conseqüentemente, o estudo referente ao balanceamento de linha de produção surge como uma alternativa na busca de redução de custos, otimização dos recursos e eficiência do processo produtivo (SHAHABUDEEN, 2014).

O balanceamento de linha pode ser descrito como a busca do equilíbrio em um processo produtivo, reduzindo sobrecargas de trabalhadores e maquinários, otimizando processos e recursos através da alocação de tarefas aos postos de trabalho (STEVENSON, 2015). De acordo com Kumar (2013), o balanceamento de linha permite nivelar a carga de trabalho ao longo do processo produtivo, removendo gargalos e excessos de capacidade. Em suma, o balanceamento de linha de produção consiste em uma técnica utilizada para melhorar os processos e tornar mais simples a gestão (DEMBOGURSKI et al., 2008).

Para empresas do ramo alimentício, como é o caso de laticínios, é muito importante obter eficientes estratégias de gestão da produção, visto que se trata, na maioria das vezes, de produtos de alta perecibilidade e que necessitam de uma maior cautela para atingir a segurança e a qualidade planejada (TELLES, 2014). O setor de laticínios possui significativa expressão na economia brasileira, gerando diversos empregos e produtos para nutrição de seres humanos (SOUZA, 2013). Estima-se que, de 2002 a 2013, esse segmento do setor alimentício cresceu em média 4,25% anualmente, mostrando sua importância no cenário nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2014).

O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial em produção de leite, de acordo com dados da Comissão Nacional de Pecuária de Leite, sendo Minas Gerais líder na produção nacional, responsabilizando-se por 30% da produção da região sudeste, região que compreende 50% do total do leite brasileiro (IBGE, 2016). Dada a importância do setor de laticínios e a necessidade de empresas se manterem competitivas, um estudo sobre balanceamento de linha se torna interessante já que pode trazer algumas vantagens para a organização. Desta forma, este estudo tem por objetivo propor um novo modelo de processo de produção da muçarela através do método do balanceamento de linha nas etapas de filagem e embalagem em um laticínio de pequeno porte na região do Alto Paranaíba-MG.

2. Referencial Teórico

2.1 Indústria de laticínios e a produção de muçarela

No início da década de 90 o Brasil se inseriu no Mercosul, gerando um avanço na economia e conseqüente aumento das exportações e do poder aquisitivo dos brasileiros. Com isso, a demanda por produtos lácteos cresceu de forma significativa e, para que fosse possível atender a este mercado, ocorreu a instauração de novas indústrias de laticínios no Brasil. A alta captação de leite fez com que os pequenos e médios produtores de leite se adaptassem à nova realidade, havendo a transição do caráter de empresa familiar para agronegócio do leite (SILVA et. al, 2012).

Na agroindústria de alimentos, pode-se considerar que o leite é um dos insumos mais versáteis, pela sua aplicação em diferentes pratos, como refeição ou como ingrediente. É

bastante utilizado para consumo na sua forma primária, mas também é matéria-prima principal de diversos produtos como queijos, manteigas, iogurtes, leite em pó, leite condensado, dentre outros (SIQUEIRA, 2019). Segundo Moraes e Bender Filho (2017) a demanda por produtos lácteos tem crescido nos últimos anos em paralelo ao aumento do poder aquisitivo dos consumidores, uma vez que há uma tendência pela busca de produtos com maior valor nutricional.

Define-se queijo, como o produto obtido através da coagulação do leite, ou seja, da separação do leite em coalhada e soro, que pode ocorrer de forma natural ou por meio da adição de ácidos e coalho (VIDAL; SARAN NETTO, 2018). A muçarela é um tipo de queijo que se distingue dos outros nas fases de fermentação, filagem e maturação, possuindo baixo teor de umidade e alta consistência (SILVA, 2016). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo - ABIC (2011), a muçarela é o queijo mais consumido no Brasil devido à sua ampla utilização na culinária.

2.2 Planejamento e controle da produção

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) pode ser interpretado como o “conjunto de ações inter-relacionadas que objetiva direcionar o processo produtivo da empresa para o atendimento das expectativas dos clientes” (SENAI, 2004). De acordo com Tubino (2009), o PCP é o grande mentor do processo produtivo, sendo responsável por administrar e harmonizar todos os recursos do processo, de forma a satisfazer os planos elaborados nos três níveis (estratégico, tático e operacional). Slack et al. (2009), ressalta que o planejamento e o controle não são estáticos, isto é, variam ao longo do tempo, por isso é tão importante acompanhar minuciosamente a sua aplicação.

De acordo com Erdmann (2000), o PCP é um sistema que recebe informações (entradas) e provê outras informações processadas, em forma de saídas, auxiliando os gestores a tomarem decisões mais assertivas referentes ao atendimento da demanda. As atividades de PCP contribuem na análise dos cenários, permitindo a tomada de decisões sobre quanto produzir, comprar e entregar, de quem e/ou onde e/ou como produzir (FERNANDES; FILHO, 2010). Dessa maneira, o PCP necessita que todos os setores de uma linha de produção trabalhem de forma integrada para atingirem os objetivos planejados (BRAGA, ANDRADE, 2012).

Considerando o setor de laticínios, se torna imprescindível a utilização do PCP, visto que há quantidades e tempos para cada produto e fase de produção, podendo causar grandes desperdícios de insumos e o não atendimento da demanda se não houver planejamento e controle da produção (SANTOS, 2014). De acordo com Mesquista e Castro (2008), um efetivo programa de PCP é aquele no qual se obtém: redução de custos de estoque, minimização de tempos ociosos e lead time, atendimento dos prazos de entrega e que tenha responsividade, isto é, que consiga adaptar às necessidades da demanda.

2.3 Balanceamento de linha

De acordo com Kumar (2013), o balanceamento de linha de produção é uma ferramenta utilizada para nivelar as cargas de trabalho ao longo de uma linha de produção, visando reduzir gargalos e excessos de capacidade. Para Hazir e Golzi (2014), o balanceamento de linha tem como objetivo otimizar os recursos produtivos, ou seja, designar de forma inteligente as tarefas e esforços de cada funcionário e maquinário envolvido no processo a fim de atingir resultados satisfatórios.

Segundo Stevenson (2015), o balanceamento de linha é utilizado principalmente com o intuito de designar tarefas às estações de trabalho, tendo em vista equilibrar os tempos de operação harmonizando uma linha produtiva e possibilitando inúmeras melhorias. Para Oliveira (2017), o balanceamento de linha permite definir quantas estações e quais tarefas serão alocadas em cada estação para que, com o mínimo de maquinários e operadores,

seja fornecido a quantidade essencial da capacidade. Em suma, com o balanceamento de linha objetiva-se reduzir o número de estações de trabalho ou tempo de ciclo (MAKE; RASHID; RAZALI, 2017).

Segundo Silva et al. (2007), é necessário harmonizar a demanda da produção com a capacidade da linha em busca de minimizar os desperdícios e otimizar recursos produtivos. Para Dembogurski et al. (2008), as empresas precisam buscar sempre diferenciais por meio da melhoria contínua para se manterem fortes no mercado, e uma das técnicas mais aplicadas nesse contexto é o balanceamento de linha. Em consonância com Oliveira (2012), uma linha desbalanceada possui várias desvantagens, dentre elas, a ocorrência de altos custos, como o é o caso do custo de oportunidade, que se refere ao não atendimento da demanda prevista.

O método de balanceamento de linha, segundo Stevenson (2015), baseia-se nas fórmulas apresentadas pelas Equações 1 e 2, onde se define para base de cálculo o Tempo de Ciclo (T_c) e Número mínimo de postos de trabalho (N_m).

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Produção}} \quad 1$$

$$N_m = \frac{\text{Tempo Total do Processo}}{\text{Tempo de Ciclo}} \quad 2$$

Por sua vez, segundo Assis (2011) a folga e eficiência de uma linha de produção podem ser expressas através das seguintes fórmulas apresentadas nas Equações 3, 4 e 5.

$$\text{Folga} = (N_m * \text{Tempo de ciclo}) - \text{Tempo total do processo} \quad 3$$

$$\text{Percentual de tempo ocioso} = \frac{\text{Folga}}{N_m * \text{Tempo de ciclo}} * 100 \quad 4$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Tempo total do processo}}{N_m * \text{Tempo de ciclo}} \quad 5$$

3. Metodologia

O presente trabalho consiste em um estudo realizado em uma pequena empresa do ramo de laticínios, localizada no interior de Minas Gerais, mais especificamente, na região do Alto Paranaíba. O laticínio em estudo fabrica 11 produtos diferentes, sendo eles: muçarela, provolone, parmesão, queijo minas padrão, queijo prato, ricota, ricota condimentada, manteiga com e sem sal e creme de leite. No que tange os mercados aos quais a empresa atende, pode-se citar clientes de Belo Horizonte, Brasília, Uberaba e São Paulo. Entretanto, seus principais clientes são da própria região, compreendendo varejos e atacados.

A fábrica conta com 40 funcionários, sendo que as etapas com maior número de colaboradores são produção e embalagem, contando com 4 funcionários cada. A linha de produção escolhida para a realização deste estudo foi a da muçarela, uma vez que, segundo a gerente de produção da empresa, este é o produto com maior demanda. As primeiras etapas da produção de todos os queijos são iguais, porém a principal diferença se dá a partir da etapa da filagem, que ocorre tanto para muçarela quanto para o provolone.

Inicialmente, realizou-se uma visita na fábrica acompanhada pela gerente, na qual houve a coleta de informações gerais sobre o laticínio. Com isso, visitou-se todo o processo de produção a fim de conhecê-lo melhor e observar o layout da produção. Por meio de uma entrevista não estruturada com a gerente, foi possível definir as etapas que seriam analisadas, a fim de propor melhorias para as mesmas.

Após a definição das etapas a serem estudadas, uma segunda visita foi realizada com o intuito de executar uma cronoanálise, ou seja, cronometrar as atividades envolvidas nas

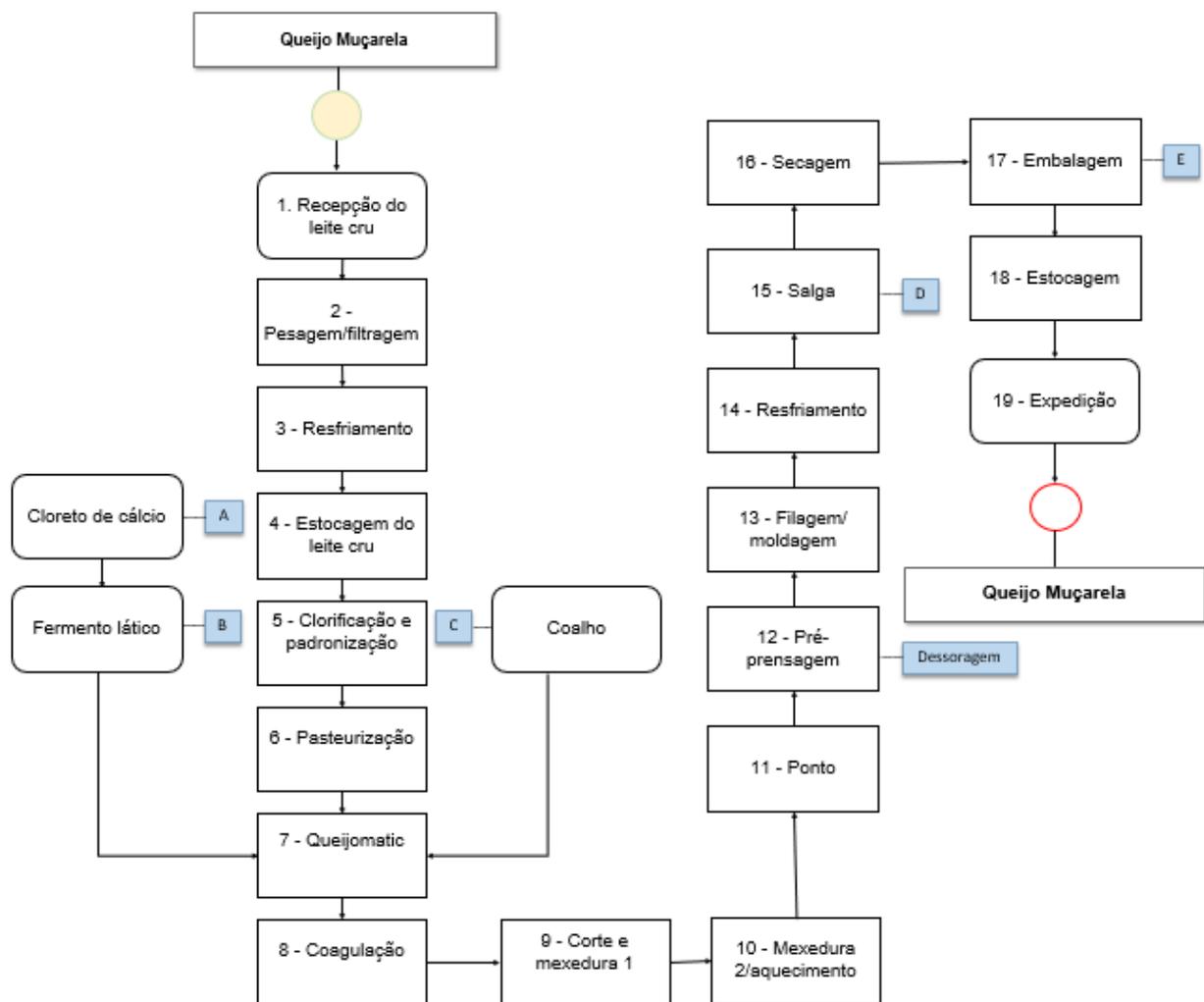
etapas selecionadas. Com as informações obtidas durante as visitas, elaborou-se o mapa do processo de produção da muçarela, calculou-se o tempo de ciclo, o número de estações de trabalho ideal para cada atividade, a eficiência da linha de produção e a folga.

A abordagem apresentada neste trabalho pode ser definida como quanti-quali, ou seja, neste estudo utiliza-se de perspectivas da abordagem quantitativa, mas também de perspectivas da abordagem qualitativa. A abordagem qualitativa é definida por Malhotra (2001) como aquela na qual há ausência de estruturação, baseada em amostras que permitem uma compreensão básica da realidade na qual o problema está inserido. Já a abordagem quantitativa é definida por Córdova e Silveira (2009) como aquela que utiliza de ferramentas efetivas e procedimentos estruturados para a coleta de dados.

4. Resultados

O processo de produção ocorre por queijomatic, equipamento utilizado na fabricação do queijo, de forma a automatizar o processo, permitindo o controle de sua velocidade. A cada queijomatic pronta considerou-se uma unidade produzida, a qual comporta cerca de 10 mil litros de leite, onde são produzidas em média 260 peças, com 4 quilos cada. Na Figura 1 é possível observar o processo de produção da muçarela.

Figura 1 – Fluxograma do processo de produção da muçarela



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Antes de iniciar a realização dos cálculos, elaborou-se um diagrama de precedências de atividades do setor de filagem, pois é a partir desse processo que a muçarela começa a se

diferenciar dos outros produtos fabricados pela empresa em questão. De acordo com o PMBOK (2013), o método do diagrama de precedência é uma técnica gráfica que permite a visualização da sequência lógica que as atividades devem ser executadas, servindo como uma espécie de cronograma de atividades. Na Tabela 1 está representado o diagrama de precedência do setor de filagem da linha da muçarela.

Tabela 1 - Diagrama de precedência das atividades do processo de filagem

Classificação	Tarefas	Tempo (min)	Precedência
A	Medição do pH da massa	0,75	-
B	Abastecimento da filadeira	18,96	A
C	Reviramento da massa	41,15	B
D	Retirada da peça da filadeira e enformagem	10,83	C
E	Primeira virada das peças e empilhamento	11,44	D
F	Resfriamento da pilha com água gelada	0,38	E
G	Segunda virada das peças e empilhamento	0,13	F
H	Terceira virada das peças e empilhamento	0,39	G
I	Movimentação da pilha para o final da linha	0,98	H
J	Movimentação da pilha até a salmoura	1,50	I
K	Processo de salga	10,83	J
		$\Sigma t = 97,34$	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os tempos mostrados na Tabela 1 representam a produção de uma queijomatic, ou seja, uma queijomatic produz em média 260 queijos muçarela, tendo cada peça aproximadamente 4 kg. O laticínio produz de 5 a 7 queijomatic, dependendo da demanda. Neste estudo adotou-se a produção de 7 queijomatics já que foi a realidade presenciada quando as visitas foram realizadas. Dessa forma, ao se multiplicar o valor de 7 queijomatics por 260 queijos muçarela, tem-se que, em média, 1820 queijos muçarela devem ser produzidas até o final do dia.

Após a elaboração do diagrama de precedência, focou-se os esforços para o cálculo do tempo de ciclo. Este pode ser definido como sendo o tempo necessário para que um produto seja processado e, no caso do presente trabalho, se refere ao tempo gasto para que uma queijomatic seja processada (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2017).

O tempo de operação é o tempo disponível para a produção, neste estudo considerado como 1 dia de trabalho, representado em minutos. E a produção significa a demanda, ou seja, o que deve ser produzido no que se diz respeito ao tempo de operação. Portanto, o tempo de ciclo será:

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{450}{7} = 64,28 \text{ minutos/queijomatic} \quad 6$$

Após a definição do tempo de ciclo, calculou-se o número mínimo de postos de trabalho. Este cálculo é simples e de certa forma até intuitivo, sendo necessário apenas o tempo total do processo e o tempo de ciclo.

$$Nm = \frac{97,34}{64,28} = 1,51 \rightarrow 2 \text{ postos de trabalho} \quad 7$$

Por fim, realizou-se a alocação das atividades em cada posto de trabalho. Lembrando que a alocação deve respeitar o tempo máximo de 64,28 minutos, ou seja, o somatório do tempo das atividades deve ser igual ou inferior ao tempo de ciclo. A Tabela 2 representa a alocação das tarefas.

Tabela 2 - Alocação de atividades para o processo de filagem

Classificação	Tarefas	Tempo (min)	Σ	Posto de trabalho	Folga
A	Medição do pH da massa	0,75			
B	Abastecimento da filadeira	18,96	60,86	1	3,42
C	Reviramento da massa	41,15			
D	Retirada da peça da filadeira e enformagem	10,83			
E	Primeira virada das peças e empilhamento	11,44			
F	Resfriamento da pilha com água gelada	0,38			
G	Segunda virada das peças e empilhamento	0,13	36,48	2	27,8
H	Terceira virada das peças e empilhamento	0,39			
I	Movimentação da pilha para o final da linha	0,98			
J	Movimentação da pilha até a salmoura	1,50			
K	Processo de salga	10,83			

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A folga destas tarefas pode ser calculada subtraindo-se do tempo de ciclo o somatório dos tempos das atividades alocadas em conjunto.

$$Folga = (2 * 64,28) - 97,34 = 31,22 \text{ minutos} \quad 8$$

Portanto, conclui-se que são 31,22 minutos de tempo ocioso no processo de filagem. O percentual do tempo de folga neste processo pode ser calculado conforme o cálculo abaixo:

$$Percentual \text{ de tempo ocioso} = \frac{31,22}{(2 * 64,28)} * 100 = 24,28\% \quad 9$$

Considerando-se que atualmente há 3 postos de trabalho para este processo, então:

$$Eficiência = \frac{97,34}{(3 * 64,28)} = 50,47\% \quad 10$$

Calculando a eficiência do balanceamento de linha para o modelo proposto, temos o seguinte resultado:

$$Eficiência = \frac{97,34}{(2 * 64,28)} = 75,71\% \quad 11$$

Dessa forma, observa-se que houve um aumento de 25,24% na eficiência, uma vez que atualmente a eficiência é 50,47% e com a proposta do balanceamento de linha ela é igual a 75,71%. Com o novo modelo também é possível reduzir um trabalhador, diminuindo a ociosidade, uma vez que atualmente há três postos de trabalho nesta etapa.

Na etapa da filagem observou-se que os funcionários trabalham de forma alternada, ou seja, nenhum possui uma atividade específica. Os três funcionários são responsáveis pelo setor da filagem e podem decidir entre si qual atividade cada um vai realizar. Isso acaba por gerar variabilidades no processo produtivo, uma vez que cada funcionário atua de uma maneira, alguns mais rápidos e outros mais devagar. Sugere-se neste estudo alocar os funcionários nas atividades de acordo com suas habilidades.

O mesmo procedimento foi realizado para o processo de embalagem das muçarelas produzidas na queijomática analisada anteriormente. O diagrama de precedência para este processo está representado na Tabela 3.

Tabela 3 - Diagrama de precedência das atividades do processo de embalagem

Classificação	Tarefas	Tempo (min)	Precedência
A	Retirada da pilha da câmara de secagem	1,11	-
B	Posicionamento das pilhas sobre a mesa	2,60	A
C	Inspeção e embalagem de cada muçarela	30,04	B
D	Retirada do vácuo por meio da selovac	16,55	C
E	Retirada da peça da selovac e empilhamento	5,81	D
F	Transporte da pilha ao tanque de encolhimento	1,26	E
G	Encolhimento da embalagem e empilhamento	8,19	F
H	Transporte até a câmara de estocagem	2,62	G
		$\Sigma t = 68,18$	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os tempos demonstrados na Tabela 3 representam o tempo de cada tarefa para a embalagem de uma queijomatic, ou seja, são equivalentes a embalagem de 260 muçarelas. O tempo de operação da fábrica, no que se relaciona ao processo de embalagem, é de 5,5 horas por dia, totalizando 330 minutos e a quantidade de queijomatics a serem embaladas por dia é igual a 7. Os cálculos realizados foram análogos aos da etapa de filagem, com alteração apenas nos valores e nas conclusões. Segue abaixo o cálculo do tempo de ciclo para o processo de embalagem das muçarelas.

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{330}{7} = 47,14 \text{ minutos/queijomatic} \quad 12$$

A seguir, calculou-se o número mínimo de postos de trabalho, sendo que neste caso o somatório das tarefas é igual a 68,18 minutos. Tem-se o número mínimo de postos de trabalho para a etapa de embalagem.

$$Nm = \frac{68,18}{47,14} = 1,45 \rightarrow 2 \text{ postos de trabalho} \quad 13$$

Como o número de postos de trabalho deve ser um valor inteiro, então tem-se que o número mínimo de postos de trabalho para esta atividade deve ser igual a 2. Com isso, é possível alocar as tarefas de forma mais eficiente, respeitando o tempo de ciclo que é 47,14 minutos. Na Tabela 4 pode-se observar os resultados obtidos.

Tabela 4 - Alocação de atividades para o processo de embalagem

Classificação	Tarefas	Tempo (min)	Σ	Posto de trabalho	Folga
A	Retirada da pilha da câmara de secagem	1,11			
B	Posicionamento das pilhas sobre a mesa	2,60	33,75	1	13,39
C	Inspeção e embalagem de cada muçarela	30,04			
D	Retirada do vácuo por meio da selovac	16,55			
E	Retirada da peça da selovac e empilhamento	5,81			
F	Transporte da pilha ao tanque de encolhimento	1,26	34,43	2	12,71
G	Encolhimento da embalagem e empilhamento	8,19			
H	Transporte até a câmara de estocagem	2,62			

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A folga total do processo pode ser calculada seguindo abaixo:

$$\text{Folga} = (2 * 47,14) - 68,18 = 26,1 \text{ minutos} \quad 14$$

Dessa forma, tem-se que o tempo ocioso no processo da embalagem é igual a 26,1 minutos. Portanto, o percentual do tempo de folga desse processo é:

$$\text{Percentual de tempo ocioso} = \frac{26,1}{(2 * 47,14)} * 100 = 27,68\% \quad 15$$

No processo de embalagem há 4 postos de trabalho, podendo calcular sua eficiência, conforme abaixo:

$$\text{Eficiência} = \frac{68,18}{(4 * 47,14)} = 36,15\% \quad 16$$

Calculando a eficiência para o modelo proposto de balanceamento de linha para a etapa de embalagem, temos o seguinte resultado:

$$\text{Eficiência} = \frac{68,18}{(2 * 47,14)} = 72,31\% \quad 17$$

Dessa forma, é notório que a eficiência do balanceamento de linha nesta etapa evolui de 36,15% para 72,31%. Portanto, trata-se de um aumento elevado, uma vez que se consegue reduzir pela metade o número de funcionários na etapa de embalagem. Adotando-se o que foi sugerido, cada trabalhador terá suas atividades bem definidas, todos os postos terão folga e será possível realizar as atividades com mais foco e atenção.

Percebe-se nesta etapa que, inicialmente, os funcionários realizam apenas suas respectivas atividades pré-definidas, mas à medida que as muçarelas vão sendo embaladas os funcionários começam a colaborar em outras atividades que não são de sua responsabilidade, ocasionando em atrasos na atividade anterior. Como é o caso, por exemplo, do funcionário que tira a muçarela da Selovac: ocasionalmente ele empurra a pilha de muçarelas embaladas até o tanque de encolhimento e em outros momentos quem faz esta atividade é o funcionário responsável pelo encolhimento. O ideal, neste caso, seria que um funcionário se tornasse o responsável por esta atividade.

Durante as observações, percebeu-se também que há alternância dos funcionários entre si na realização das atividades ao se iniciar o processo de embalagem de uma nova queijomatic. Esta aleatoriedade ao se realizar as atividades acaba por gerar desordem e cansaço no ambiente de trabalho. Este estudo tem uma limitação uma vez que há variação na quantidade de muçarelas produzidas por queijomatic, bem como a quantidade de queijomatic produzida por dia também não é fixa. Adotou-se as respectivas quantidades produzidas correspondentes aos dias das visitas para coleta de dados.

5. Considerações Finais

Neste trabalho apresentou-se um estudo de caso de balanceamento de linha, no qual se analisou a eficiência do modelo atual e do modelo proposto para duas etapas de grande relevância na fabricação da muçarela: a filagem e a embalagem. Os resultados foram satisfatórios, uma vez que se observou um aumento na eficiência da linha de ambas as etapas sendo estes, respectivamente, 25,24% e 36,16%.

O presente estudo pode ser utilizado como referência para outros estudos na área, sejam eles de outras etapas da produção de muçarela ou até mesmo de outros tipos de queijo e outros laticínios. Deve se levar em consideração que cada linha de produção e cada empresa tem suas particularidades, sendo necessário avaliar as mesmas a fim de se realizar suas respectivas adaptações.

Para estudos futuros, sugere-se a utilização de Técnicas de Controle Estatístico de Processos em conjunto com o Balanceamento de Linha, visando uma análise mais aprofundada no que se refere à variabilidade dos processos. Uma análise relacionada à variabilidade que ocorre nos processos de filagem e embalagem devido à alternância entre

os colaboradores pode propor resultados satisfatórios que, aliado ao balanceamento de linha, tornará o processo produtivo ainda mais eficiente e eficaz.

6. Referências Bibliográficas

ASSIS, R. **Balanceamento de uma Linha de Produção**. Disponível em: <<http://www.rassis.com/artigos/Operacoes/Balanceamento.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO - ABIC. **Avanços e perspectivas da indústria brasileira de queijos**. *Revista Mundo do Leite*. 2011. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/imprensa_ler.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17>. Acesso em 19 de maio de 2020.

BRAGA, F. A. S.; ANDRADE, J. H. **Planejamento e controle da produção: relato do processo de implantação e uso de um sistema de apontamento da produção**. Anais. XXXII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ABEPRO: Bento Gonçalves, 2012.

DEMOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA M. de; NEUMANN C. **Balanceamento de Linha de Produção**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008.

ERDMANN, R. H. **Administração da Produção: Planejamento, Programação e Controle**. Florianópolis: Papa Livro, 2000.

FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HAZIR, O.; DOLGUI, A. **Robust assembly line balancing: state of the art and new research perspectives**. Sequencing and Scheduling with Inaccurate. Data, p. 211-223, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014.

KUMAR, D. M. (2013). **Assembly line balancing: a review of developments and trends in approach to industrial application**. Global Journal of Research In Engineering, 13(2).

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Vocabulário**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx>>. Acesso em: 06 de set. 2020.

LOPES, J. **Gestão da qualidade: decisão ou constrangimento estratégico**. 2014. 2014. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado. Tese de Mestrado em Estratégia Empresarial, Universidade Europeia, Lisboa.

MAKE, M. R. A., Rashid, M. F. F. A., & Razali, M. M. (2016). **A review of two-sided assembly line balancing problem**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1-21.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3 .ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. **Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira.** Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 33-42, jan./abr. 2008.

MORAES, B. M. M.; BENDER FILHO, R. **Mercado brasileiro de lácteos: análise do impacto de políticas de estímulo à produção.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 55, n. 4, p. 783-800, 2017.

OLIVEIRA, F., et al. **Balanceamento de Linha de Produção: um estudo de caso em uma indústria naval.** XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP. Bento Gonçalves, 2012.

OLIVEIRA, I. M. D. et al. **Balanceamento de linha e arranjo físico: estudo de caso em uma linha de produção de cabines para máquinas de construção.** Exacta, v. 15, n. 1, p. 101-110, 2017.

PMBOK, GUIDE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** Quarta Edição, v. 123, p. 25, 2013.

SANTOS, A. T. S. D. **Planejamento operacional e controle da produção como estratégias de redução de desperdícios em uma indústria de laticínios de Rondônia.** 2014.

Serviço Nacional da Indústria - SENAI, 2004. **Planejamento e controle da produção I e II.**

SILVA, G. G. M. P; et al. **A manufatura enxuta aplicada no setor de serviços: um estudo de caso.** Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Foz do Iguaçu, 2007.

SIQUEIRA, K. B. **O mercado consumidor de leite e derivados.** Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2019.

SIVASANKARAN, P.; SHAHABUDEEN, P. **Literature review of assembly line balancing problems.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 73, n. 9-12, p. 1665-1694, 2014.

SILVA, T. E. **Indicadores de Qualidade em Queijo Muçarela durante Armazenamento.** 2016. Tese de Doutorado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde.

SILVA, G.; SILVA, A. M. A. D.; FERREIRA, M. P. D. B.. **Processamento de leite.** Recife: EDUFRPE, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** Tradução Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, A. K. R. **Análise Ergonômica do Processo de Produção de Duas Indústrias de Laticínios do Sertão Central. Monografia** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.

STEVENSON, W. J. **Operations management**. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2015.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas. 2009.

VIDAL, A. M. C.; SARAN NETTO, A. **Obtenção e processamento do leite e derivados**. 2018.