

BALANCEAMENTO OPERACIONAL: UMA APLICAÇÃO NO PROCESSO DE EMBUTIMENTO LINGUIÇA FRESCAL¹

Caroline Montemezzo²
Aline Olm de Francisco³

RESUMO

O presente artigo discute o balanceamento de linha de produção de embutimento de linguiça frescal, de uma agroindústria de produtos suínos localizada no sul do Brasil. Com o intuito de analisar o processo e identificar qual a melhor distribuição das atividades, para aumentar a produtividade, foi desenvolvido o Gráfico de Balanceamento Operacional - (GBO) de linha atual e futuro. Realizou-se uma análise do processo e avaliação *in loco*, sendo identificada a divisão de cada atividade e o tempo de ciclo para realização das mesmas, onde observou-se a falta de padronização no processo, além da divergência do tempo de ciclo na execução da mesma atividade. Diante os principais problemas observados, e a realização da análise do GBO atual, possibilitou propostas de melhoria para a linha de produção. A aplicação da ferramenta para o estado futuro, propondo a unificação de atividades do processo, sendo coletado um novo tempo, a partir disto, diminuiu-se os desperdícios e ociosidade da linha de produção. A proposta resultou no aumento da produtividade em 25%, correspondendo a um volume mensal de 5.750 kg.

Palavras-chave: Balanceamento de Linha, Tempo de Ciclo, Padronização, GBO.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de inovação em processos produtivos tem feito com que as organizações busquem se reestruturar, procurando obter mais qualidade em seus produtos, mais produtividade e competitividade para sobreviver e ampliar seu mercado (HANSEN; *et al*, 2014).

As evoluções empresariais propiciam o desenvolvimento de métodos que visam o aumento da produtividade e a eliminação dos desperdícios, tornando as organizações cada vez mais competitivas em relação aos concorrentes. Fazendo com que as empresas estejam atendendo as exigências dos consumidores, reduzindo custos, e procurando se manter ou aumentar sua participação no mercado interno e incrementar sua exportação (HANSEN;*et al*, 2014).

O aumento da concorrência estimula o surgimento de novos métodos que visam a racionalização dos processos produtivos. Desta forma, partindo do pressuposto de que tudo

¹ Pré-requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção. UCEFF Faculdades, 2021.

² Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção. E-mail carolinemontemezzo15@gmail.com.

³ UCEFF Faculdades. Esp. Engenharia de Produção e Lean. E-mail: aline.olm@uceff.edu.br.

pode ser melhorado, as empresas buscam superar obstáculos da melhoria contínua almejando um processo cada vez mais ágil, rentável e flexível (MENEZES E MARTINS, 2010).

Para obter-se êxito no mercado de produtos industrializados competitivo, as instituições têm a necessidade de produzir com mais eficiência. Com o surgimento da produção enxuta surgiu uma nova forma de administrar a produção baseando-se na redução dos desperdícios, que conseqüentemente gera redução de custos de produção e uma margem maior de lucro para a produção (ESPOSTO, 2008).

O balanceamento de linha é considerado uma ferramenta essencial para a redução de desperdícios, principalmente pela redução de tempo ocioso dos empregados. Utilizando o gráfico de balanceamento de linha é possível visualizar atividades que não agregam valor, além de mostrar possibilidades de redistribuição de atividades com o objetivo de alinhar a linha de produção, aumentando a produtividade (OHNO, 2013).

Este artigo, foi desenvolvido em uma linha de produção de embutimento de produtos frescos, neste sentido, questiona-se: **Como o balanceamento operacional pode auxiliar na no aumento da produtividade de uma linha de produção?**

O objetivo principal é a analisar do processo de produção e identificar qual a melhor distribuição das atividades, para aumentar a produtividade. Diante disto tem-se como objetivos específicos identificar a divisão e tempos das atividades no processo, analisar a operação com o objetivo de reduzir desperdícios, propor um tempo e método padrão para a atividade.

Gori, (2012), realizou um estudo de balanceamento de linha na montagem de autopeças com aplicação do Gráfico de Balanceamento Operacional (GBO), onde ocorreu uma reorganização das tarefas de cada posto de trabalho e alteração do tempo de ciclo de cada tarefa, e conseqüentemente houve um aumento de 11% da produtividade após a realização do balanceamento de linha. Outro exemplo bem sucedido do balanceamento de linha foi de uma máquina termo formadora, sendo realizado a padronização dos empregados, reduzindo assim movimentos desnecessários, sendo considerados como gargalos, além do remanejamento de 3 empregados por turno, totalizando 9 empregados que foram remanejados para outras áreas (SELEGUIM *et al.*, 2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUTIVIDADE OPERACIONAL

Segundo Almeida (2003), considera-se como produtividade a medição da eficiência da transformação da entrada e saída, sendo definida como produtividade igual a saída/ entrada, onde as entradas correspondem aos recursos empregados, como matéria prima, equipamentos e outros fatores de produção, enquanto as saídas referem-se aos resultados obtidos na utilização destes recursos.

Conforme King (2007), a produtividade é definida como a junção de eficiência e eficácia, isto é, fazer alguma função em um período de tempo determinado. Não se trata de somente obter o máximo de eficiência e o máximo de eficácia, é necessário explorar além da entrada e saída, sendo essencial entender os fatores determinantes da melhoria da produtividade.

Para Correa (2004), a produtividade é uma medida da eficiência, conforme as entradas são transformadas em saídas. Podendo ser alteradas quando há variações nos custos e valores dos produtos, mesmo que a relações das entradas e saídas se mantenham estáveis.

2.2 PROCEDIMENTO DE BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Balancear a linha de produção é definir o conjunto de atividades que serão realizadas de forma que garanta o tempo de processamento aproximadamente parecido entre os postos de trabalho, tem o intuito de melhorar a eficiência da linha de produção e tem a função de unir os postos de trabalho de maneira que haja o equilíbrio de carga entre eles, possibilitando o fluxo contínuo do processo (TUBINO, 2007).

Conforme Gaither e Frazier (2002), o balanceamento de linha consiste em dividir igualmente a atividade a ser realizada entre as estações de trabalho, com a finalidade de reduzir as estações de trabalho da linha. O intuito da análise da linha de produção é determinar a quantia das estações de trabalho e atribuir as tarefas para cada uma, utilizando a quantidade mínima de máquinas e empregados para fornecer a quantidade necessária de capacidade.

Diversas técnicas de balanceamento foram desenvolvidas e aprimoradas ao longo do tempo, seguindo as características de cada linha de produção, ajustando conforme necessidade

da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, procurando unir o tempo unitário de execução de produto e suas sucessivas operações (MARTINS E LAUGENI, 2006). Para Peinado e Graeml, *et al*, o balanceamento de linha é dividido nas seguintes etapas, que estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Etapas do balanceamento de linha.

Etapas	Descrição
1	Cronometrar o tempo de cada operação do posto de trabalho;
2	Fazer o balanceamento da linha para que a carga de trabalho em cada posto de trabalho seja uniforme;
3	Definir as operações de cada posto de trabalho seguindo uma sequência lógica da linha de produção;
4	Verificar tempos ociosos e a eficiência da linha de produção;
5	Elaborar um diagrama com as etapas das operações;
6	Calcular o tempo de ciclo determinando a quantidade de postos de trabalhos necessários;
7	Elaborar um diagrama com as etapas das operações;
8	Separar as operações do posto de trabalho de forma que consigam ser analisadas individualmente.

Fonte: Adaptado de Peinado E Graeml, *et al* (2007).

2.3 ESTUDOS DE TEMPOS E MÉTODOS

Conforme Slack (2002), o estudo de tempo é definido como um procedimento para melhorar a produtividade, estabelecendo padrões de tempo e classificando os movimentos necessários para execução de uma atividade atribuindo padrões de tempos pré-determinados para estes movimentos.

Segundo Barnes (1977), em 1930 foi realizado um estudo para determinar o método mais rápido e simples na execução de tarefas, sendo realizado a união do estudo de tempos e movimentos introduzidos por Taylor e pelo casal Gilbreth. O estudo de tempos determina padrões na execução de atividades, e os estudos de movimentos visa à eliminação de movimentos desnecessários, definindo a melhor maneira e mais eficiente forma de executar a atividade. O estudo de tempos e métodos tem como objetivo eliminação de desperdícios de esforço humano, treinamento e especialização de empregados, estabelecimentos de normal e execução de trabalho e adaptação dos postos operativos na execução das atividades (GAITHER E FRAZIER, 2002).

Para Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos e métodos é uma técnica que realiza uma análise minuciosa, com o intuito de determinar uma forma mais eficiente e eficaz de realizar uma atividade, para isto, é dividido cada operação em elementos e cronometrando

cada etapa para obter um tempo padrão final. Com a divisão é possível eliminar movimentos desnecessários, possibilitando a economia de tempo e esforço dos empregados.

2.3.1 Cronoanálise

Para avaliar e verificar a eficiência de um empregados é necessário cronometrar o tempo gasto para executar uma atividade. Esta cronometragem é realizada após a divisão de elementos, obtendo assim um tempo mais preciso, para isto, é utilizada a cronoanálise, uma ferramenta que possibilita melhorar a produtividade, através de uma análise e detalhamento do processo, utilizando a determinação de tempos padrões em uma atividade (VELOSO, *et al.* 2012).

Segundo Barnes (1977), há uma visibilidade maior dos resultados quando é cronometrado um número grande de ciclos, sendo que com uma amostra maior se pode obter maior confiabilidade.

A cronoanálise é um método de medir, controlar e demonstrar estatisticamente a tarefa a ser executada, calculando o tempo. Estes tempos são estudados e cronometrados com o intuito de eliminar a ociosidade, racionalizando fadiga dos empregados, pois, suprindo estas falhas a produção será otimizada (PEINADO E GRAEML,2007).

Os tempos são cronometrados com o objetivo de verificar a capacidade do empregados e suas habilidades, averiguando se ele obteve fadiga, necessidades físicas ou até mesmo quebra de máquinas ao executar suas atividades. O tempo cronometrado destaca os tempos normais e padrão, por conter fatores que influenciam (MARTINS, 2005).

Conforme Peinado e Graeml (2007), o tempo normal é calculado levando em consideração o tempo cronometrado e o fator de avaliação de ritmo, são necessários considerar as necessidades fisiológicas do empregado com tolerância de tempo em porcentagem para localizar um tempo justo de execução de atividades.

2.4 GRÁFICO DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL (GBO)

De acordo com Torres e Lemos (2014) o GBO é utilizado para definir as tarefas que serão atribuídas para cada um dos empregados, com o intuito de nivelar as cargas as mais próximas possíveis ao *takt time*.

Para Gomes (2008) o GBO é empregado para designar quais atividades cada posto operativo necessita efetivar em seu posto de trabalho. Estas atividades são classificadas como operações que agregam ou não agregam valor ao produto.

As atividades com valor agregado são aquelas que o cliente considera necessária e esta disposto a pagar por ela. As operações que não tem valor agregado, mas necessárias, são consideradas aquelas atividades essenciais, porém o cliente avalia como sem valor agregado, sendo difíceis de ser retiradas do processo em curto prazo e só podem ser melhoradas a partir de maiores mudanças no sistema operacional (MONDEN, 2015).

Com o objetivo principal de balancear a atividades é impedir que se acumule estoque após operações mais rápidas, maximizando a ocupação do operador. Este balanceamento assegura o fluxo contínuo de peças e permite produzir apenas se a próxima estação precisar do material (ROTHER E HARRIS, 2002).

A ferramenta do gráfico de balanceamento operacional é bastante visual, para sua efetivação deve-se mapear a análise do estado atual e remanejar as atividades entre os empregados, Após, é desenhando a análise do estado futuro, propondo melhorias para o processo (ROTHER E HARRIS, 2002).

2.5 ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS OPERACIONAIS

Os desperdícios operacionais são considerados movimentos dispensáveis executados pelo empregado, no momento que o mesmo está executando suas atividades, Estas perdas não são facilmente identificadas, devido a não ter conhecimento sobre a operação padrão (SHINGO, 1996).

Segundo Antunes (2008), as perdas por movimentos podem ser entendidas com base nos estudos de Gilbreith, buscando a economia de tempo por meio de uma análise do movimento e postura humana. Para ocorrer a redução de tempo é necessário realizar um análise profunda das causas, podendo ser relacionada com a racionalização da melhoria nos movimentos e das condições de trabalho necessários para executar estes movimentos.

Conforme Ghinato (2000), destaca, que quando é realizado a análise dos movimentos desnecessários, revisa-se não somente o valor agregado, mas também o método de trabalho operacional, visando não sobrecarregar os empregados, devido aos fatores que provocam esforço repetitivo.

Os métodos que analisam tempos e movimentos têm como objetivo incluir melhoria nos deslocamentos realizados pelos empregados, onde a meta para diminuir as perdas por movimentos compreende e elabora padrões operacionais para execução eficaz das tarefas (ANTUNES, 2008).

Segundo Slack, Chambers e Johston (2002), com o intuito de eliminar o desperdício operacionais, primeiramente é necessário identifica-los. O Sistema Toyota de Produção identificou as sete grandes perdas, sendo elas:

Superprodução: Produzir mais que o necessário, sendo uma das perdas que mais causam danos, pois tem tendência a camuflar as demais. A suposição de demandas futuras são desperdícios (SLACK; CHANBERS; JOHSTON, 2002).

Espera: A perda por espera refere-se a matéria prima que esta aguardando para ser processada, assim formando filas e conseqüentemente gerando altas taxas de utilização dos equipamentos. Os materiais gerados são necessários para as próximas etapas do processo, desta forma, as etapas que sucedem, ficam aguardando o recebimento do material para poder iniciar sua etapa (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Transporte: Pode ser considerado como perda por transporte a movimentação de matérias ou o transporte, estes tipos de movimentações são vistos por não agregar valor ao produto, mas é necessária devido a restrições do processo e instalações, onde impõem grandes distancias a serem percorridas durante o processo. Portanto as movimentações devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, com auxílio de um arranjo físico correto, que minimizem as distancias que devem ser percorridas (SLACK; CHANBERS; JOHSTON, 2002).

Estoque: São um desperdício, não acrescentando valor algum para o produto e demandam gastos. Os estoques de matéria prima, material em processo e de produtos acabados, também devem ser reduzidos nas organizações modernas, assim trabalhando com pequenos lotes e baixos estoques, podem se aproximar de um fluxo contínuo de matérias, se aproximando de uma produção contínua (BORNIA, 2002).

Movimento: As perdas por movimento são aqueles movimentos desnecessários que um operador ou máquina realiza durante um processo, que não agregam valor ao produto. Com o estudo de tempos e métodos, fazendo uma análise minuciosa de movimento humano e da postura de trabalho (ANTUNES, 2008).

Processamento: São processos que podem ser eliminados sem prejudicar o resultado final e as características e propriedades de um bem (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Produtos Defeituosos: Este tipo de perda causa os maiores desperdícios no processo, elas estão ligadas diretamente a problemas de qualidade. A produção de produtos com defeitos significa desperdício de disponibilidade de mão de obra, materiais, disponibilidade de equipamentos, movimentação de matérias defeituosas, armazenagem, etc. (CORRÊA; GIANESI, 1993).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma agroindústria localizada no Sul do Brasil, durante o período dos meses de Agosto e Setembro do ano de 2021, onde foi analisado apenas o turno B de produção. Sendo classificado como um estudo de caso, onde foi reunido um grande número de informações detalhadas, utilizando várias técnicas de pesquisa e coleta de dados. De acordo Prodanov e Freitas (2013), define-se como estudo de caso uma pesquisa que pode ser quantitativa ou qualitativa, classificada como uma categoria de investigação, tendo como objeto de estudo uma forma aprofundada. Sendo demonstradas as etapas do desenvolvimento deste artigo na Figura 1.

Figura 1: Esquema de desenvolvimento do artigo.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para dar início ao desenvolvimento deste estudo, foram realizadas observações *in loco* na linha de produção, com o intuito de identificar as atividades existentes na linha e a quantidade de empregados necessários para a execução de cada atividade. E a partir disto empregou-se a técnica de cronoanálise, pois, conforme Silva (2007), este método é utilizado

para verificar o tempo gasto pelo para concluir uma operação, levando-se em consideração as paradas do processo. A partir da cronoanálise foi possível a obtenção do tempo de ciclo na execução de cada atividade.

Com o tempo de ciclo conhecido, foi construído o gráfico de balanceamento de linha (GBO) atual, onde foi evidenciado o gargalo da produção bem como a sua relação com a demanda (*takt time*). De acordo com Goldratt e Cox (2014) o gargalo é o recurso em que a capacidade é menor ou igual a demanda, assim como, distingue as atividades ociosas, isto é, operações com postos de trabalho com uma capacidade maior em relação às demais atividades.–A partir das análises realizadas, foi possível propor melhoria no processo de produção, através do emprego da técnica de tempos e métodos, que para Peinado e Graeml (2007), este estudo é universal, valendo para todas as atividades que envolvem mão de obra operacional, onde é determinado o melhor método dependendo de cada situação de trabalho. Entretanto devem-se considerar vários fatores para tomar a decisão de qual é a melhor técnica para a execução de cada atividade.

Com a determinação do tempo padrão e uma nova divisão de atividades, foi realizado um novo gráfico de balanceamento de linha (GBO) futuro, pois, de acordo com Rother e Harris (2002), com a análise e o mapeamento do estado atual, é necessário verificar todas as atividades que não agregam valor, e em seguida redistribuir o trabalho, obtendo assim o estado futuro, considerando as melhorias propostas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção de Linguíça Frescal é dividido em 3 principais fases: preparar a massa, embutir porções e embalar produtos. Sendo esse estudo realizado no processo de embutimento, no qual pode representar fatores limitantes de volume de produção.

O processo de embutimento de linguíça frescal, conta com duas células de trabalho operacional, iniciando com o embutimento da massa formando as porções, esta atividade é realizada por máquina, posteriormente segue para uma mesa onde são realizados mais três atividade manuais, sendo essas, cortar as porções, colocar lacre e direcionar para a esteira. Algumas porções são reprocessadas devido ao rompimento do gomo, e nesse caso, são direcionadas para serem pesadas e reprocessadas, conforme apresenta fluxograma na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma do processo.

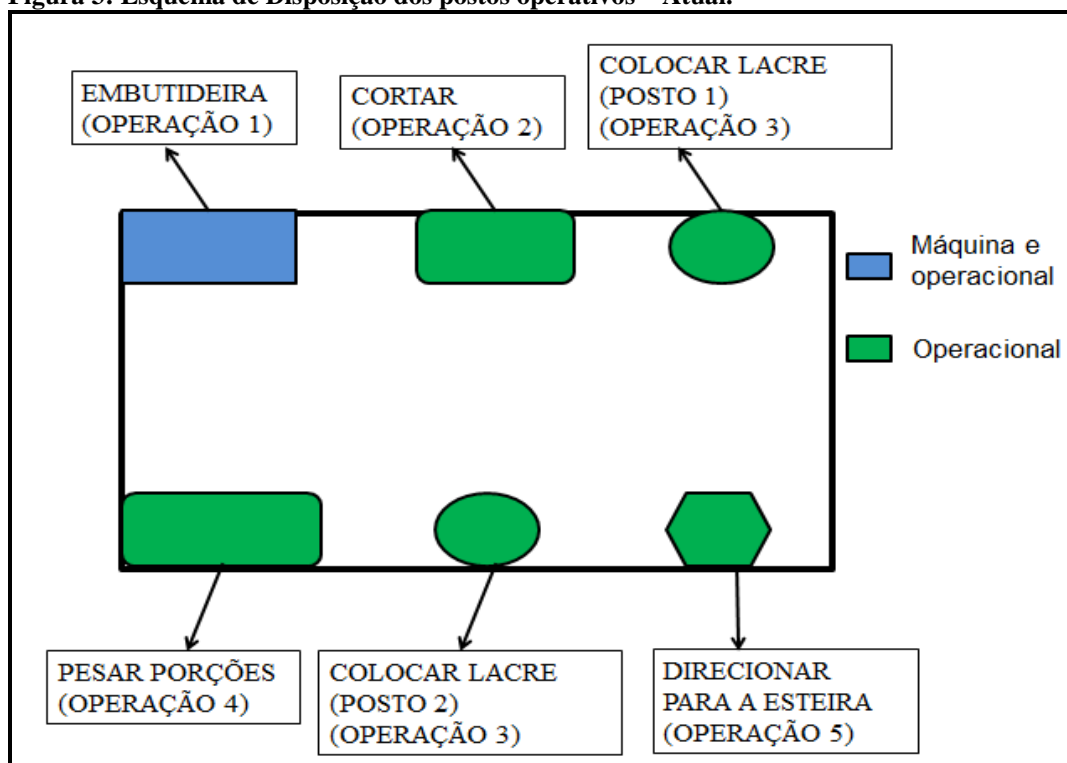


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O fluxograma demonstrado na Figura 2, mostra as etapas do processo e sua ordem. Para esse processo são necessários cinco empregados. Conforme apresentado, a primeira atividade do processo é o embutimento da massa de linguiça, onde a máquina já porciona uma quantidade de gomos que atenda o peso padrão das porções de 0,700 kg, sendo que todas as porções são separadas por um espaço de envoltório natural sem massa, como essa atividade é realizada por máquina, torna-se necessário um empregado para realizar a operação a ajustes.

Caso nenhum gomo das porções estoure é encaminhado para que ocorra a separação das 0,700 kg e após é encaminhado para a colocação de lacre que é realizando por dois empregados, em seguida é direcionada para a esteira por um empregado. Se ocorrer de algum gomo da porção estourar, é encaminhado para a pesagem e o reprocesso, essa atividade é realizada por um empregado. As atividades são distribuídas em uma mesa conforme esquema dos postos operativos apresentado na Figura 3.

Figura 3: Esquema de Disposição dos postos operativos – Atual.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Cada operação tem seu local fixo na mesa e uma quantia de empregados específicos. Durante o acompanhamento *in loco*, observou-se que em alguns momentos, o esquema de distribuição dos postos não era padronizado, onde haviam três ou mais empregados realizando a operação de colocar lacre. Desta forma, a capacidade de colocar lacre se torna maior que a capacidade da operação de embutir, sendo considerada como capacidade gargalo, ocasionando uma mão de obra ociosa.

4.2 GRÁFICO DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL ATUAL (GBO)

Para a realização do gráfico de balanceamento atual, foi coletado o tempo de ciclo de cada operação. Utilizando a metodologia de coletar a quantia de peças feitas no período de um minuto, fazendo três tomadas de tempo, após cada tomada, multiplicou-se a quantia de peça feita em cada período pelo peso de 0,700 kg (peso de cada porção).

A partir dos dados coletados, obteve-se a capacidade de cada operação demonstrada no Quadro 2.

Quadro2: Capacidade de cada operação.

Posto de Trabalho	Quant. de Recurso	Capacidade (kg/h)	Capacidade total (kg/h)
Operação 1 (Embutir)	1	928	928
Operação 2 (Cortar)	1	1059	1059
Operação 3 (Colocar Lacre)	2	349	698
Operação 4 (Pesar o Reprocesso)	1	90	90
Operação 5 (Direcionar para a esteira)	1	942	942

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observa-se no Quadro 2, que a operação que se tem a maior capacidade é a atividade de cortar, e a operação 4, que corresponde ao ato de pesar é a atividade que se tem a menor capacidade do processo produtivo.

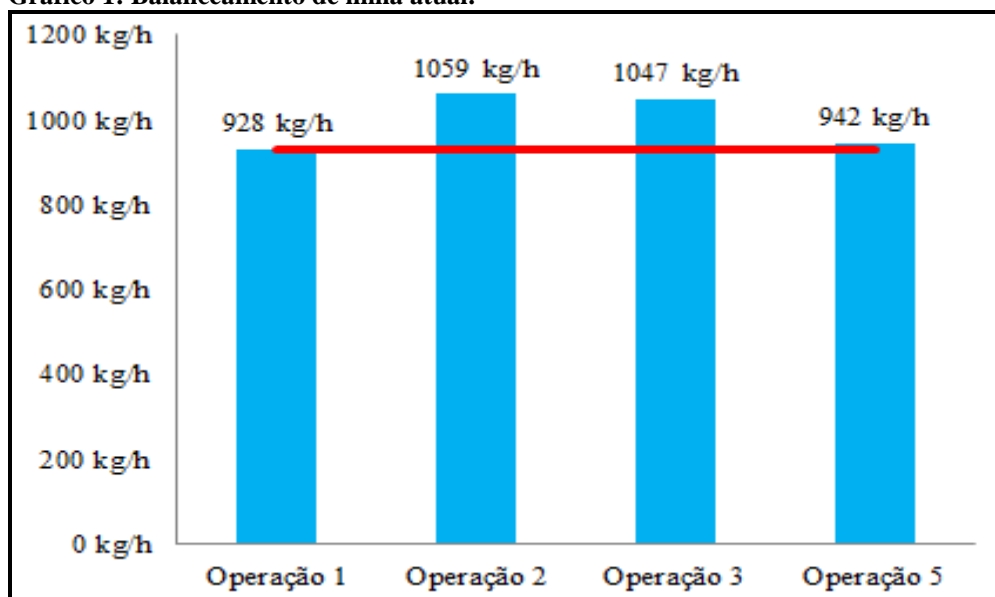
Como o processo apresenta um reprocesso médio de 128 porções por hora, correspondendo a 10% da produção, considerando que atualmente conta com uma mão de obra dedicada para atividade dentre outras no processo que não interfere diretamente as atividades manuais, como apontar dados, optou-se em não considerar a mesma no Gráfico de Balanceamento Operacional (GBO) neste momento, sendo necessário um estudo mais aprofundado dessa atividade.

Através da divisão das horas trabalhadas pela demanda, obteve-se o *takt* da linha de produção de 4,8 s/kg, porém atualmente o processo não consegue atender, considerando como ponto restritivo do volume a atividade de juntar as pontas e colocar lacre, o que limita a um atendimento de 93 % do *takt*. Essa diferença, faz com que o processo não atenda o volume da demanda, e que em alguns momentos precisa operar em intervalos, como revezamento de equipe para atender.

Nesse contexto, construiu-se o Gráfico de Balanceamento Operacional (GBO) com os tempos cronometrados, considerando que o processo deveria evidenciar como gargalo a máquina e não as atividades manuais, buscando aumentar a produtividade da linha.

A partir de cada capacidade foi desenvolvido o gráfico de balanceamento de linha atual, sendo apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Balanceamento de linha atual.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na análise do Gráfico 1, observa-se que a atividade de cortar (operação 2) fica ociosa, por ser uma operação em que o tempo de ciclo é mais rápido que as demais atividades, gerando assim a falta de produto processado para esta atividade. A operação 3 que corresponde a atividade de colocar lacre fica sobrecarregada, ocorrendo um estoque médio de 230 kg/h de produtos que ficam em espera na mesa.

4.3 ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS

Para Campos (1999), a padronização no processo consiste em realizar determinadas tarefas sempre da mesma maneira, com o propósito de alcançar o mesmo resultado. Durante o acompanhamento *in loco*, evidenciou-se que durante a execução das atividades não se tinha padronização na forma da realização da atividade e no tempo de ciclo, como todos os empregados acabam fazendo todas as atividades devido ao revezamento de equipes, diante disto, verificou-se cada um dos empregados realizava a mesma atividade de formas diferente.

De acordo Slack (2002), com a padronização das operações, utilizando a técnica de tempos e métodos, é possível aumentar a produtividade, estabelecendo tempos padrões e movimentos necessários para a execução das atividades.

Devido a esta falta de padronização no método, ocorre o desperdício de movimentações desnecessário, que de acordo com Ohno (1997), considera como movimentos dispensáveis realizados pelo empregado, sendo evidenciado no processo quando alguns

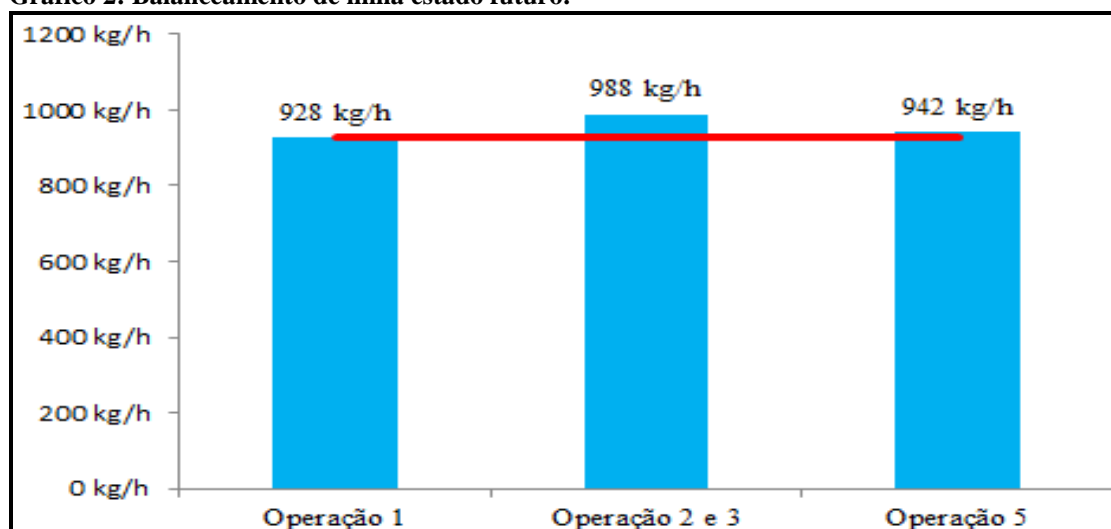
empregados utilizam técnicas mais rápidas e eficientes na realização das operações, demandando assim menos tempo de execução.

Com as várias técnicas para realização das atividades, acaba ocorrendo as perdas por estoque e por espera. Conforme Bornia (2002), os estoques são desperdícios, pois não acrescentam valor ao produto, sendo observada esta perda o processo, quando os empregados utilizam técnicas que o tempo de execução é mais rápido, sobrecarregando assim a próxima etapa do processamento gerando o estoque e a perda por espera, que para Ohno (1997) a perda por espera está relacionado aos tempos ociosos dos empregados, sem agregação de valor ao produto.

4.4 GRÁFICO DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL PROPOSTO

Como proposta de melhoria sugeriu-se unificar em ciclo completo das atividades de cortar, juntar as pontas e colocar lacre. Sendo realizado um novo teste coletando o tempo de ciclo deste empregado cortando, juntando as pontas e colocando lacre, desta forma foi possível desenvolver um novo gráfico de balanceamento com o estado futuro, demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Balanceamento de linha estado futuro.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Conforme apresentado no Gráfico 2, foi possível balancear a linha, propondo a junção das atividades de cortar e juntar as pontas e colocar lacre, onde a capacidade total é de 988 kg/h, com o mesma quantia de empregados na mesa, sendo alterado apenas a distribuição e

forma de execução das atividades. Desta forma, atendendo a capacidade gargalo de 928 kg/h, resultando em um maior aproveitamento da mão de obra e conseqüentemente aumentando a produtividade da linha de produção. A partir do estudo realizado, aplicou-se os dados obtidos, realizando uma comparação entre o estado atual e o proposto, sendo demonstrado na Quadro 3.

Quadro 3: Comparação de dados do estado atual e futuro.

Posto de Trabalho	ATUAL		PROPOSTA	
	Nº MO	Capacidade (kg/h)	Nº MO	Capacidade (kg/h)
Operação 1 (Embutir)	1	928	1	928
Operação 2 (Cortar)	1	1059	2	988
Operação 3 (Colocar lacre)	2	698	1	
Operação 4 (Pesar o reprocesso)	1	90	1	90
Operação 5 (direcionar para a esteira)	1	942	1	942

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No Quadro 3, observa-se que não houve redução de mão de obra, apenas foram redistribuídas as funções entre os empregados, onde um posto operativo ficou responsável pela atividade de juntar as pontas e colocar lacre e dois empregados com a função de cortar, juntar as pontas e colocar lacre, totalizando uma capacidade entre os postos operativos de 988 kg/h, obtendo um ganho de 290 kg/h resultando em 5.750 kg/mês, atendendo assim o ritmo de produção da máquina, e conseqüentemente o volume diário de produção.

Conforme descrito por Rother e Harris (2002), a utilização do gráfico de balanceamento de linha possibilitou maximizar a ocupação dos empregados e diminuição de produtos parados na mesa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do artigo de analisar o processo produtivo e identificar qual é a melhor distribuição das atividades para melhorar a produtividade, utilizando a técnica de balanceamento de linha, onde foi possível a análise do estado atual da produção identificando pontos de melhorias visando o aumento da produtividade e otimização do processo.

Durante o estudo do processo foi identificado a falta de padronização na execução das operações e a divergência do tempo de ciclo de um empregado para outro, no desenvolvimento da mesma atividade.

A partir destas análises, foi possível propor ações de melhorias, sendo elas a junção das operações, otimização na execução das atividades, desenvolvendo assim um novo gráfico de balanceamento operacional futuro, com as ações proposta e desta forma foi verificado um ganho na produção de 5.750 kg/mês por mesa, atendimento do *takt* de 4,8 s/kg, uma maior ocupação dos empregados e um fluxo contínuo não deixando produtos em espera na mesa, garantindo a qualidade do produto.

Para obter mais ganhos na linha de produção, como sugestão de estudos futuros, o desenvolvimento e aplicação de ferramentas para identificar os movimentos ineficientes na execução das atividades, sendo um complemento a este artigo, podendo resultar em uma linha de produção mais produtiva e com um melhor desenvolvimento das operações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. P. **Racionalização industrial**. MIMEO. 2003.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Bookman. Porto Alegre, 2008.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Edgar Blücher. São Paulo, 6 ed. 1977.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Bookman. São Paulo, 2002.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas**. EDG. Belo Horizonte, 1999.

CORRÊA, H.L. e Giancesi, G.N. : **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. Atlas. São Paulo, 1993.

CORREA, Henrique; CORREA, Carlos. **Administração de Produções e Operações – Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. Atlas. São Paulo, 2004.

ESPOSTO, Kleber Francisco. **Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta**. Tese de doutorado apresentado à Escola de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2008.

GAITHER, N.; FRAZIER, G.; SANTOS, J.C. **Administração da produção e operações**. Thomas Learning. São Paulo, 2002.

GHINATO, P. (2000) - **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. A Meta. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2014.

GOMES, J. E.; OLIVEIRA, J. L.; ELIAS, S. J.; BARRETO, A. F.; ARAGÃO, R. L. **Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva** – Um estudo de caso, ENEGEP. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_069_496_12064.pdf. Acesso em 08 de agosto de 2021.

GORI, Rodrigo Martinez. **O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem LEAN MANUFACTURING**. ENEGEP. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

HANSEN, P. B.; ROCHA, R. G.; LEMOS, F. O. **Alternativas para aumento de produtividade em uma célula de manufatura com uso das técnicas do sistema Toyota de produção: análise através da modelagem e simulação computacional**. Produto e Produção, Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/32962/28682>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.

KING, N. C. O. **Desenvolvimento de um processo para análise da Produtividade Sistêmica**. PUC. Paraná, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp039920.pdf>. Acesso em 07 de Setembro de 2021.

MARTINS, P.G. & LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. Saraiva. São Paulo, 2006.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**, Saraiva. São Paulo, 2 ed. 2005.

MENEZES, T. M.; MARTINS, J. C. **Mapeamento do fluxo de valor: Uma análise da sua utilização e resultados em uma empresa do ramo de ar condicionado**. Encontro Nacional da Engenharia de Produção. São Paulo, 2010.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao just-in-time**. Bookman. Porto Alegre, 4 ed. 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**. Bookman. Porto Alegre, 5 ed. 2013.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção. Operações Industriais e de Serviços**. UnicenP. Curitiba-PR, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. FEEVALE. Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/291348/mod_resource/content/3/2.1-E-book-Metodologia-do-Trabalho-Cientifico-2.pdf. Acesso em: 20 de Outubro de 2021.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**, Lean Institute Brasil. São Paulo, 2002.

SANCHES, Raquel C. Ferraroni; HERRERA, Vania Erica. **Balaceamento de linha aplicado á produção de um produto termoformado**. ENEGEP. São Paulo, 2017. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_32038.pdf. Acesso em 01 de Outubro de 2021.

SELEGUIM *et al.*; **Balaceamento de linha aplicado à produção de um produto termoformado**. Apresentado no XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Joinville, SC, Brasil, 2017.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SILVA, S.C.C. **Estudo de tempos e métodos no setor de ternos**. UNISEP. Paraná, 2007.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Atlas. São Paulo, 3 ed. 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Atlas. São Paulo, 2 ed. 2002.

TORRES, C.; LEMOS, F. **Sistemática para balaceamento de célula de manufatura integrando abordagens determinística e estocástica: estudo de caso em uma empresa do ramo automotivo**. Produto e Produção. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/52204/32221>. Acesso em 10 de Outubro de 2021.

TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. Atlas. São Paulo, 2007.

VELOSO, Rizia; Nazaré, Deisiane B.; CASTRO; Fernanda P.; NEGRÃO, Leony L. L.; Carneiro; Mariana P. **Estudo de tempos aplicado a um serviço de revisão geral de motocicletas na cidade de redenção-PA**. Encontro Nacional da Engenharia de Produção, Bento Gonçalves- RS, 2012.