

---

# Sistema de produção de lixeiras: definindo o layout e melhorando o Takt Time de uma linha de montagem

| **Rafael Zimmer**  
FSG

| **Samuel Vinícius Bonato**  
FURG

| **Errol Fernando Zepka Pereira Junior**  
UFSC

| **Jorge Luis Braz Medeiros**  
FURG

| **Artur Roberto de Oliveira Gibbon**  
FURG

| **Livia Castro D'Avila**  
FURG

| **Felipe Kopp Leite**  
UFSC

# RESUMO

Este capítulo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo a reestruturação de uma linha de montagem, através da reestruturação do layout, com o apoio da ferramenta (GBO) - Gráfico de Balanceamento de Operação. A pesquisa constitui na realização de um Estudo de Caso aplicado em uma empresa que atua no ramo de utilidades domésticas, sendo uma das maiores do Brasil, atuando no mercado há 29 anos. A pesquisa teve como foco o setor de montagem da divisão de lixeiras. Como resultado foi possível a melhoria do processo de montagem através da reestruturação do layout de montagem com o apoio da ferramenta GBO. Por fim, são expostos os benefícios e ganhos obtidos para a organização com a coleta de dados.

**Palavras-chave:** Lixeiras, Produção, Balanceamento, Takt Time, GBO.



## ■ INTRODUÇÃO

Atuando em mercado cada vez mais competitivo a empresa pesquisada dedica-se ao atendimento das necessidades do setor de utilidades domésticas, oferecendo aos seus clientes produtos de qualidade que facilitam o dia a dia da de seus clientes. Tendo em vista o cenário atual, as empresas buscam cada vez mais redução de estoques e redução de desperdícios e conseqüentemente aumento da lucratividade.

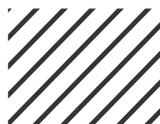
Da Silva et al. (2019) explicam que a pressão pelo desenvolvimento de práticas produtivas mais sustentáveis não vem sendo feita apenas pelos governos, mas também pela sociedade, que tem cada vez mais cobrado medidas das empresas para melhorar a gestão dos resíduos sólidos gerados pelos processos produtivos. Os autores entendem ainda que as empresas que investem de forma estratégica em formas produtivas e logísticas mais sustentáveis ganham competição de mercado.

Estudos sobre produção enxuta sustentável têm crescido consideravelmente nos últimos anos, podendo elucidar no estudo de Pereira et al. (2018), onde este estudo teve como objetivo a caracterização da produção científica sobre ambientes de produção enxuta sustentável publicada no período entre 2007 e 2017 por meio de uma análise de artigos disponíveis em bases de dados online. Entre os principais resultados encontrados neste estudo constatou-se que o tema mais abordado nos artigos foi melhores práticas de produção enxuta. A maioria dos artigos analisados foram escritos por 3 ou 4 autores. Quanto aos autores mais produtivos pode-se destacar: Che Daud, M. R.; Helleno, A. L.; Karim, A. N. M. e Khalili, A. Já as universidades que mais se destacaram em termos de produção científica sobre o tema foram: VTT Technical Research Centre (Finland), Cadi Ayyad University (Marrocos) e Delft University of Technology (Holanda do Sul).

Para Albertin, Heráclito (2016) a fim de se ter maior controle dos desperdícios e a identificação dos gargalos, é de fundamental importância a utilização da ferramenta de balanceamento da linha de produção por diagrama de processos. Com esse diagrama pode-se identificar quais processos precisam de atenção, fazendo-o uma melhoria ou juntando processos, a carga de trabalho de cada operador ao *takt time*.

Tendo em vista a necessidade de reduzir custos operacionais, e estoques intermediários, a empresa precisa utilizar algumas ferramentas e técnicas do STP como suporte a produção (BONATO et al., 2020). Uma dessas ferramentas é o Gráfico de Balanceamento de Operador (GBO).

Tendo em vista a importância de minimizar os estoques, aumentando a produtividade e assim aumentando a lucratividade, o objetivo deste estudo, foi apresentar um estudo de caso na reestruturação de uma linha de montagem, através da reestruturação do layout, com o apoio da ferramenta (GBO) - Gráfico de Balanceamento de Operação. Primeiramente será





apresentado o surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP) e como a utilização deste sistema pode-se contribuir para o crescimento da organização. Logo será exposto por meio de um estudo de caso, o processo de reestruturação de layout, com o auxílio da ferramenta de balanceamento de operação. Por último é possível mensurar os benefícios trazidos para a organização com os levantamentos de dados coletados.

## ■ REFERENCIAL TEÓRICO

### **Sistema Toyota de Produção – (STP)**

Simãozinho et al. (2015) entendem que existem estoques em pequenos grupos ou mesmo em áreas funcionais criam a demanda para que o conhecimento seja codificado e simplificado a fim de ser acessível em toda a organização e permitir o desenvolvimento de sua competitividade. Para tanto, a utilização de algumas ferramentas do Sistema Toyota de Produção (STP), se torna indispensável, uma vez que auxilia a organização na melhoria da eficiência e da produtividade.

Desde o seu início, a indústria automotiva sempre ofereceu exemplos valiosos de corporações que alcançaram altos níveis de eficiência ao colocar a qualidade no centro de seu sistema de produção, sendo o modelo Toyota uma de Suas maiores expressões (TOMA e NARUO, 2017). Ainda os autores explicam que o Sistema Toyota de Produção, além de ser um sistema japonês que inspirou através de suas práticas os modelos de excelência empresarial por todos os lugares do mundo, tem sido continuamente desenhado, implementado e desenvolvido.

O Sistema Toyota de Produção originou os sistemas de produção enxuta, cujo objetivo é alcançar o menor desperdício possível, utilizando-se os conceitos de gestão enxuta, nos ambientes administrativos é possível se ter um maior aproveitamento de tempo, produtividade dos colaboradores e capital, e com isso, os fluxos de valor identificados acabam atrelados às informações e ao conhecimento (de ASSUNÇÃO et al., 2017).

Carvalho, Catapan e da Cruz (2018) entendem que uma das principais características do sistema Toyota de produção é justamente o combate ao desperdício, onde toda a atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto ou serviço precisa ser repensada, pois vem a ser um desperdício. Nesse sentido, os autores explicam que o modelo da Toyota repensa e procura eliminar qualquer tipo de desperdício, além de propor que sejam retirados todos itens desnecessários na produção de bens ou serviço.

Conforme Liker e Meier (2007) a Toyota identificou sete tipos de desperdícios que não agregam valor ao produto, os quais: (i) espera: funcionários esperando peças vinda de outra operação mais lenta, ou esperando abastecimento de materiais, ou ferramentas,





entre outros; (ii) transporte desnecessário: transporte de materiais para outros setores ou células distantes entre si, e estoque no intermediário; (iii) superprocessamento: demora no desenvolvimento da atividade, ou além do necessário, pelo excesso de tempo; (iv) excesso de estoque: produção desnecessário por não deixar a máquina parada, ocasionando estoques de matéria-prima, produtos em processo, e produtos acabados; (v) movimentação: deslocamentos longos feitos pelo operador para buscar uma matriz, buscar empilhadeira, entre outros; (vi) defeitos: por ser produzidos em lotes, caso ocorra algum defeito, todas as peças a serem retrabalhadas, ou sucateadas se não tiver conserto; e (vii) superprodução: produzir além do necessário, ou produzir antes da data prevista de entrega ao cliente.

### Gráfico de balanceamento de operador

Balanceamento é a carga de trabalho real de cada membro de equipe, em relação ao *takt time*. Rocha (2008), balancear uma linha é dividir o trabalho, o mais racionalmente possível, entre os diferentes postos que compõem a linha, de forma que pode minimizar a quantidade de postos, de pessoas, e a ociosidade deles.

Segundo Liker (2013, p. 33), *takt time* é um termo alemão para “compasso” ou ritmo. Na produção enxuta é uma medida da taxa média de demanda do cliente, expressa em tempo de unidade. Um *takt time* de 60 segundos em uma montadora de automóveis significa que um carro deve sair no fim da linha a cada 60 segundos.

Dennis (2008, p. 69), “Tempo *takt* nos fornece nossa frequência de demanda, ou seja, com qual frequência devemos produzir um produto, conforme Equação 1:

#### Equação 1: Takt Time de 1 minuto.

*Takt Time*: 445 + 445 Min. (Tempo disponível em dois turnos) = 890 unidades = Takt Time de 1 minuto.

Fonte: Dennis (2008, p. 69).

Para medir as operações de trabalho, utiliza-se a tabela de combinação de trabalhos padronizados conforme figura 1, com ela conseguimos mensurar: (i) elementos de trabalho e sua sequência, (ii) tempo por elemento de trabalho, (iii) tempo de operador e máquina, (iv) a interação entre operadores e máquinas ou entre operadores diferentes (DENNIS 2008).

O GBO é quadro onde está descrito a distribuição das atividades de cada operador em relação a o *Takt Time* cronometrado e observado, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1. Tabela de combinação de trabalhos padronizados.

seq.	Operações	Cronometragem/Seg										Menor Tempo (Repetido)/Seg.
<b>EST1</b>												
10	Retirar PVC e limpar	26,00	26,40	25,00	25,50	25,70	26,00	26,40	25,80	25,10	25,30	25,00
20	Montar pedal	4,50	4,75	4,20	5,00	4,00	4,70	4,34	4,90	5,10	4,20	4,00
<b>EST2</b>												
10	Colocar fundo	8,50	8,00	8,20	8,10	8,00	8,70	8,30	8,80	8,45	8,35	8,00
20	Colocar hastes	10,80	10,67	10,00	10,35	10,50	10,89	10,30	10,20	10,56	10,40	10,00
<b>EST3</b>												
10	Pré-montar dobradiça na tampa	7,30	7,34	7,55	7,76	7,90	7,00	7,10	7,32	7,90	8,00	7,00
20	Colocar adesivo	4,45	4,20	4,70	4,00	4,20	4,76	4,10	4,00	4,30	4,34	4,00
30	Parafusar dobradiça	9,34	9,00	9,40	9,10	10,30	9,80	9,34	9,67	10,15	10,00	9,00
40	Montar cj tampa	6,40	6,30	6,90	6,20	6,00	6,10	6,35	6,25	6,70	6,45	6,00
<b>EST4</b>												
10	Pré-montar haste no balde	6,45	6,14	6,00	6,40	6,70	6,45	6,50	6,00	6,10	6,30	6,00
20	Montar balde	4,20	4,50	4,30	4,00	4,60	5,20	4,80	4,45	4,60	5,00	4,00
30	Parafusar cj tampa	11,60	11,00	11,76	12,30	11,80	11,10	11,25	11,40	11,15	11,70	11,00
<b>EST5</b>												
10	Pré-montar cx litografada	5,00	5,40	5,20	5,45	5,00	5,30	5,55	5,15	5,34	5,60	5,00
20	Tirar plastico tampa	2,30	2,10	2,50	2,00	2,60	2,25	2,30	2,80	2,40	2,25	2,00
30	Revisar lixeira	15,40	15,70	16,20	15,30	15,00	16,40	15,80	16,00	15,70	15,80	15,00
40	Limpar	12,3	12,4	12	12,1	12,6	12,7	12,3	12,45	12,45	12,35	12,00
50	Colocar plastico tampa	5,40	5,60	5,70	5,50	5,60	5,20	5,80	5,30	5,00	5,10	5,00
60	Adesivar	8,20	8,50	8,40	8,35	8,00	8,25	8,60	8,00	8,10	8,25	8,00
70	Embalar	5,20	5,15	5,00	5,50	5,35	5,50	5,10	5,60	5,55	5,65	5,00
<b>EST6</b>												
10	Montar Master	16,40	17,10	16,80	16,40	16,00	16,25	16,00	16,35	16,55	16,40	16,00
20	Colocar duas Cx litografas	10,35	10,00	10,40	10,50	10,40	10,60	10,30	11,25	10,65	10,10	10,00
30	Fechar Master	12,50	12,30	12,35	12,34	12,00	12,60	12,80	12,20	12,00	12,15	12,00
40	Paletizar	6,40	6,35	7,45	6,70	6,45	6,00	6,12	6,25	6,55	5,35	6,00

Fonte: Dennis (2008, p. 73).

## Layout

O layout, também conhecido como arranjo físico, consiste no posicionamento físico dos recursos produtivos na produção. Basicamente é a definição de posição das máquinas, instalações, equipamentos e pessoas da produção.

Para Corrêa (2017), O arranjo físico é de suma importância na estratégia da operação. Um layout bem planejado será capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos buscados pela organização, basicamente existem quatro tipos de arranjos físicos: por processo, por produto, celular e posicional, sendo: (i) arranjo físico por processo: é caracterizado por agrupar recursos ou processos similares, como os tornos ficam todos agrupados na torneira, como as furadeiras, ficam agrupadas no setor de furação. Esse arranjo é usado quando os fluxos que passam pelos setores são muito variados e ocorre uma grande variedade de itens; (ii) arranjo físico por produto: chama-se por produto porque é arranjar a posição relativa dos recursos distribuídos conforme o sequenciamento de produção do produto a ser transformado. Esse arranjo físico é mais adequado a operações que processem grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência muito similar, como uma linha de montagem de veículos; (iii) arranjo físico celular: é conhecido também de tecnologia de grupo, onde os recursos são similares, são agrupados de forma que consigam processar um grupo de itens com características similares, permitindo um fluxo contínuo; e (iv) arranjo físico posicional: esse arranjo físico caracteriza-se pelo material ou pessoa processada pela operação ficar estacionário por impossibilidade. Como o objeto da operação fica parado,



são os recursos que se movimentam até ele. Esse tipo de layout é utilizado em produto que seja muito grande, ou algo que seja muito delicado para ser movido.

## **Superprodução**

Das sete perdas identificadas pelo sistema Toyota de produção (STP), destas a superprodução é a perda mais significativa, já que causa a maioria das outras perdas como (estoque, movimentação, manejo, defeitos ocultos, etc.). Produzir mais cedo ou em quantidade maior que necessita o cliente, isso vale para qualquer operação no processo de fabricação, isso formará estoques intermediários em algum ponto posterior ao processo. O material simplesmente fica aguardando para ser processado na operação seguinte (LAYKER e MEIER, 2007).

Corrêa (2017. p. 91), “sistemas de estoque definidos independentemente e verá o efeito chicote sendo repassado com intensidade amplificada para os fornecedores, fornecedor dos fornecedores e assim por diante, e assim ocasionando o efeito chicote”.

Segundo Monteiro, Guilherme e Oliveira (2008), estoque são materiais dentro de uma organização, onde não foram vendidos ou utilizados, visando uma vantagem competitiva em relação as demais empresas quando administrada de maneira eficiente.

## **Estudo de tempos e movimentos**

O estudo de tempos é um método para alcançar a nível padrão através da cronometragem sobre o operador em condições normal e treinado. O objetivo é alcançar um tempo padrão as diversas tarefas ou ciclos de tarefas atribuídas ao trabalho. O estudo de tempos consiste ao método em cinco passos: (a) definir a tarefa a ser estudada; (b) dividir a tarefa em elementos; (c) cronometrar os elementos; (d) determinar o tamanho da amostra; (e) estabelecimento dos padrões, Corrêa (2017).

Ainda segundo Corrêa (2017), buscando a economia e consistência nos movimentos, aumenta a produtividade e reduz os tempos atrelados ao processo produtivo, com isso temos maiores ganhos de qualidade ao processo também.

## **Importância do GBO, case de implementação**

A importância do aprimoramento contínuo diante do cenário de alta competitividade onde empresas estão inseridas. A padronização e o balanceamento dos processos se mostra de grande valor modificando completamente o cenário de produção da empresa em estudo.

Segundo Alves et al., (2017) verificou-se melhorias através da confecção do gráfico de GBO antes e após a padronização dos processos a fim de comparar os dois cenários,





foram propostas e implementadas as melhorias no processo. Conseguiu-se a unificação de algumas atividades, reduzindo o tempo ocioso de alguns colaboradores, alteração do *layout* das operações, e colocação de um abastecedor da linha de produção.

## ■ MÉTODO

A metodologia aplicada para realizar esse estudo, foi um estudo de caso onde pode-se esclarecer métodos e decisões tomadas, e mostrar como foi implantado e os resultados obtidos, de acordo Yin (2015), A pesquisa foi dividida em quatro etapas, são elas: a) referencial bibliográfico, b) contextualização da empresa, c) aplicação prática e d) análise dos resultados.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o Sistema Toyota de produção, mostrando a importância suas características na eliminação dos desperdícios no processo de fabricação, dando um enfoque na utilização da ferramenta GBO, no segundo momento serão apresentados uma breve explicação da empresa e da ferramenta GBO, uma explicação da importância de um Layout, e superprodução.

Posteriormente foi realizada a aplicação da ferramenta GBO, seguindo-se as etapas para a sua execução: levantamento de dados, cálculo do *takt time*, levantamento de tempos manuais, estruturação do GBO atual, sugestão de melhoria com a utilização do GBO. Por fim, serão apresentados os ganhos obtidos após a execução das melhorias identificadas com a utilização do GBO.

### A empresa

A empresa estudada foi fundada em 1988, na cidade de Caxias do Sul. Atualmente a empresa tem como matéria-prima principal o aço inox, atuando na linha de utilidades domésticas.

Este trabalho teve como alvo o setor de fabricação de lixeiras de aço inox, esse setor trata basicamente de processos de calandra, agrafagem, e montagem de componentes da lixeira, como segue a figura 2.

**Figura 2.** Lixeira de inox



**Fonte:** dados da pesquisa.





A coleta de dados foi realizada por meio de cronometragem “*in loco*” do processo e avaliação do mesmo. Para a elaboração do gráfico GBO, foram utilizados os dados das cronometragens do processo do produto realizadas pelo setor de engenharia de processo da empresa, e logo após foram elaboradas tabelas e gráficos no *Microsoft Excel*® a fim de facilitar as análises e verificação dos resultados.

O sequenciamento do processo pode ser visualizado na tabela 1, onde estão descritas todas as etapas de processamento de cada grupo operacional, podemos ver que dessa forma geramos muito estoque no chão de fábrica.

**Tabela 1.** Sequenciamento de operações atrelado a montagem da lixeira

Estágio	Operações	Tempo em segundos
1	Retirar PVC e limpar	25
	Montar pedal	4
2	Colocar fundo	8
	Colocar hastes	10
3	Pré montar dobradiça na tampa	7
	Colocar adesivo	4
	Parafusar dobradiça	9
	Montar cj tampa	6
4	Pré montar haste no balde	6
	Montar balde	4
	Parafusar cj tampa	11
5	Pré montar cx litografada	5
	Tirar plástico tampa	2
	Revisar lixeira	15
	Limpar	12
	Colocar plástico tampa	5
	Colocar adesivo	8
6	Embalar	5
	Montar máster	16
	Colocar duas cx litografas	10
	Fechar máster	12
	Paletizar	6

Fonte: dados da pesquisa

## ■ ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Implantação do Balanceamento de operações

A linha de montagem de lixeiras está com problemas de eficiência, por não ter um processo contínuo e em linha, não se tem o balanceamento de carga, gerando: Excesso de estoque no processo, auto *Led time*, excesso de movimentações, entre outros.

Para tornar o processo em linha e puxado, utilizaremos o balanceamento de operações, para demonstrar a aplicação do balanceamento, iremos modificar o layout da linha, fazer





um levantamento de informações do *takt time*, elaboração do balanceamento, proposta de melhoria da análise do balanceamento.

### Modificação de layout

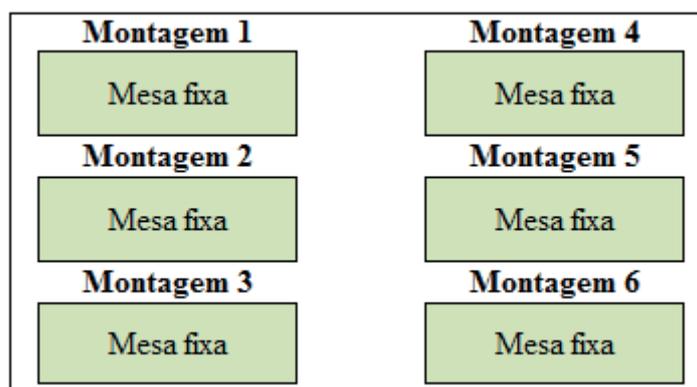
O layout da fábrica é totalmente funcional, abrangendo grupos de máquinas agrupadas. Com esse arranjo estamos tendo alguns problemas como: (i) formação de filas nos centros de trabalho, (ii) grandes fluxos de materiais, (iii) difícil controle e direcionamento das tarefas, (iv) grandes estoques em meio a produção.

Optou-se por utilizar um layout por produto e celular, se fez necessário realizar um mapeamento de fluxo, e com isso identificamos quais máquinas serão necessários para agrupar compondo-se em células se necessário, ao longo de uma esteira, e balanceando os tempos de operação com a utilização da ferramenta GBO.

### Levantamento de informações

Com o atual layout, se monta 16.500 lixeiras mês com 15 operadores em um turno, tendo uma demanda de venda 20.000 peças mês, a empresa está sempre em hora extra para suprir as vendas. Com esse *layout* não se tem divisão de carga, apenas trabalhava para não deixar os postos de montagem parados, não importando se gerasse estoque, com isso gerando muito estoque no intermediário da fábrica, também se tem muita movimentação, conforme figura 3.

Figura 3. Layout da linha de montagem



Fonte: dados da pesquisa

A demanda atual é de 20.000 peças/mês (base fev./ mar./ abril 2017). Com essas informações já é possível fazer o cálculo de *takt time*, o qual será necessário para a elaboração do balanceamento de operação, conforme Equação 2: (i) demanda total – 20.000 mil



peças/mês; (ii) tempo disponível dia: 28.800 segs./dias; e (iii) tempo disponível mês 28.800 seg. X 21 dias = 604.800 segundos;

### Equação 2: Takt Time do estudo

$$Takt\ Time = 604.800\ segundos / 20.000\ peças = 28,8\ segundos/peça$$

Fonte: dados da pesquisa

### Levantamento dos tempos manuais

Para a elaboração do balanceamento de operação, segundo (LANGE et al., 2013), é de suma importância a coleta de tempos de cada operação, onde fora tirado 8 tomadas de tempos para cada elemento. Nesse estudo, foram coletadas 10 tomadas de tempos detalhados de cada processo, os tempos de cada etapa foram separados de acordo como menor tempo repetido entre as operações, e caso não houvesse tempo repetitivo, seria utilizado o menor tempo encontrado. Os dados foram tabulados por meio da ferramenta *Microsoft Excel*®, conforme figura 4 a seguir.

Figura 4. Dados da Cronometragem

seq.	Operações	Cronometragem/Seg										Menor Tempo (Repetido)/Seg.
<b>EST1</b>												
10	Retirar PVC e limpar	26,00	26,40	25,00	25,50	25,70	26,00	26,40	25,80	25,10	25,30	25,00
20	Montar pedal	4,50	4,75	4,20	5,00	4,00	4,70	4,34	4,90	5,10	4,20	4,00
<b>EST2</b>												
10	Colocar fundo	8,50	8,00	8,20	8,10	8,00	8,70	8,30	8,80	8,45	8,35	8,00
20	Colocar hastes	10,80	10,67	10,00	10,35	10,50	10,89	10,30	10,20	10,56	10,40	10,00
<b>EST3</b>												
10	Pré montar dobradiça na tampa	7,30	7,34	7,55	7,76	7,90	7,00	7,10	7,32	7,90	8,00	7,00
20	Colocar adesivo	4,45	4,20	4,70	4,00	4,20	4,76	4,10	4,00	4,30	4,34	4,00
30	Parafusar dobradiça	9,34	9,00	9,40	9,10	10,30	9,80	9,34	9,67	10,15	10,00	9,00
40	Montar cj tampa	6,40	6,30	6,90	6,20	6,00	6,10	6,35	6,25	6,70	6,45	6,00
<b>EST4</b>												
10	Pré-montar haste no balde	6,45	6,14	6,00	6,40	6,70	6,45	6,50	6,00	6,10	6,30	6,00
20	Montar balde	4,20	4,50	4,30	4,00	4,60	5,20	4,80	4,45	4,60	5,00	4,00
30	Parafusar cj tampa	11,60	11,00	11,76	12,30	11,80	11,10	11,25	11,40	11,15	11,70	11,00
<b>EST5</b>												
10	Pré-montar ex litografada	5,00	5,40	5,20	5,45	5,00	5,30	5,55	5,15	5,34	5,60	5,00
20	Tirar plastico tampa	2,30	2,10	2,50	2,00	2,60	2,25	2,30	2,80	2,40	2,25	2,00
30	Revisar lixeira	15,40	15,70	16,20	15,30	15,00	16,40	15,80	16,00	15,70	15,80	15,00
40	Limpar	12,3	12,4	12	12,1	12,6	12,7	12,3	12,45	12,45	12,35	12,00
50	Colocar plastico tampa	5,40	5,60	5,70	5,50	5,60	5,20	5,80	5,30	5,00	5,10	5,00
60	Adesivar	8,20	8,50	8,40	8,35	8,00	8,25	8,60	8,00	8,10	8,25	8,00
70	Embalar	5,20	5,15	5,00	5,50	5,35	5,50	5,10	5,60	5,55	5,65	5,00
<b>EST6</b>												
10	Montar Master	16,40	17,10	16,80	16,40	16,00	16,25	16,00	16,35	16,55	16,40	16,00
20	Colocar duas Cx litografas	10,35	10,00	10,40	10,50	10,40	10,60	10,30	11,25	10,65	10,10	10,00
30	Fechar Master	12,50	12,30	12,35	12,34	12,00	12,60	12,80	12,20	12,00	12,15	12,00
40	Paletizar	6,40	6,35	7,45	6,70	6,45	6,00	6,12	6,25	6,55	5,35	6,00

Fonte: dados da pesquisa.

Na tabela 2 pode-se observar a carga de trabalho de cada operador.

**Tabela 2.** Carga de trabalho

Estágio	Seq.	Operações	Tempo em segundos	Total de pessoas	Carga de trabalho de cada operador
1	10	Retirar PVC e limpar	25	1	29,00
	20	Montar pedal	4		
2	10	Colocar fundo	8	1	18,00
	20	Colocar hastes	10		
3	10	Pré montar dobradiça na tampa	7	3	8,67
	20	Colocar adesivo	4		
	30	Parafusar dobradiça	9		
	40	Montar cj tampa	6		
4	10	Pré montar haste no balde	6	2	10,50
	20	Montar balde	4		
	30	Parafusar cj tampa	11		
5	10	Pré montar cx litografada	5	3	17,33
	20	Tirar plástico tampa	2		
	30	Revisar lixeira	15		
	40	Limpar	12		
	50	Colocar plástico tampa	5		
	60	Colocar adesivo	8		
	70	Embalar	5		
6	10	Montar máster	16	2	22,00
	20	Colocar duas cx litografas	10		
	30	Fechar máster	12		
	40	Paletizar	6		

Fonte: dados da pesquisa.

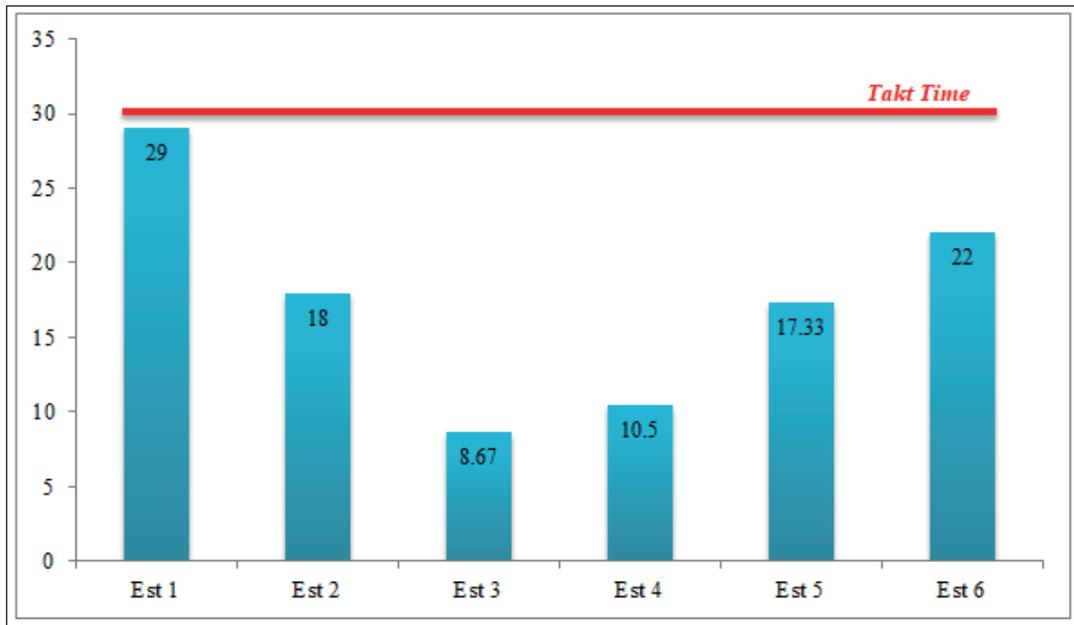
Até o presente momento, foi considerado o estudo de montagem de lixeiras antes da implantação das propostas de melhoria. Foi levado em consideração atividades desnecessárias para a montagem da lixeira, desperdícios de tempo.

## Elaboração do GBO

Com a tomada de tempos coletados de cada operação, e calculado o *takt time*, foi possível realizar a estruturação do GBO atual. Conforme gráfico 1, os elementos foram divididos por estágio de operação, para o melhor entendimento.

Percebemos que o *takt time* de 29 segundos deveríamos produzir a quantidade de 20.000 mil peças mês, mas devido ao layout ser por posição e empurrado, a muito desperdícios de tempo, e deslocamento, assim chega-se apenas em 16.500 peças mês.

Gráfico 1. GBO atual da linha de montagem antes da reestruturação



Fonte: dados da pesquisa

## Análise e proposta de melhoria

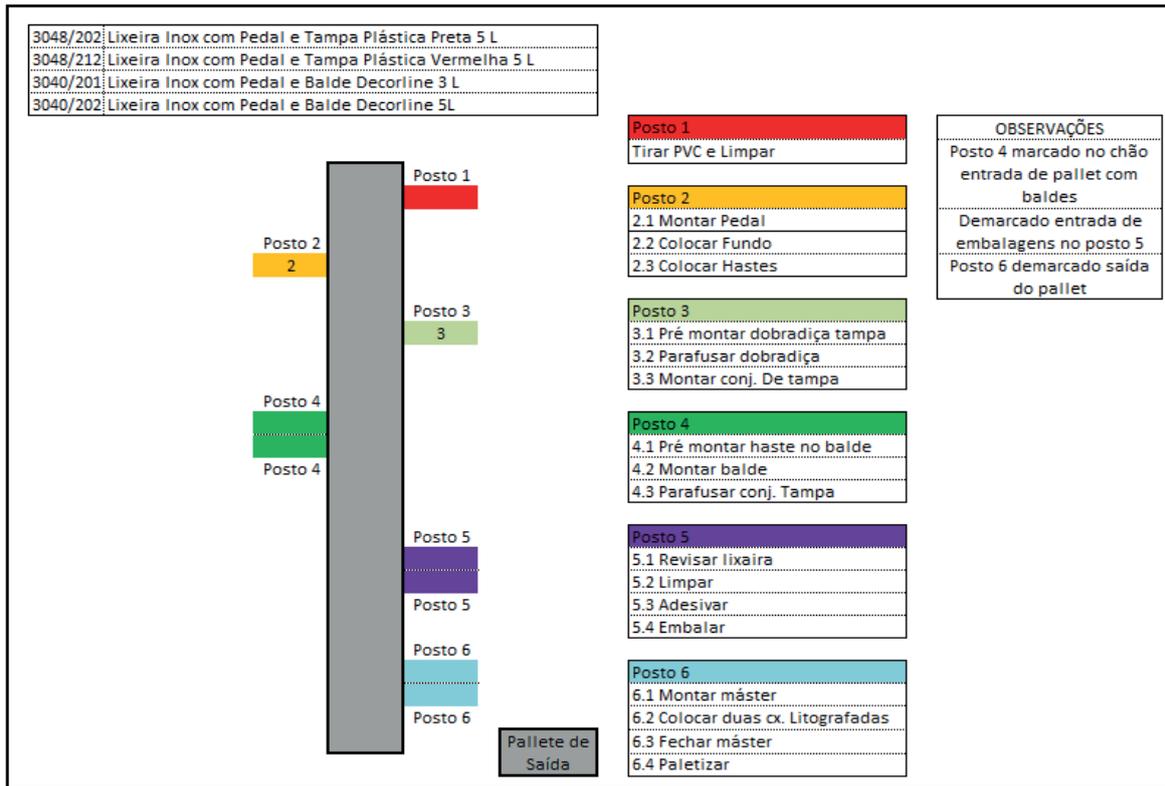
Analisando o GBO atual, observou-se um desbalanceamento de carga muito evidente, tendo operadores muito sobrecarregados, e outros ociosos, e não conseguindo máxima eficiência na montagem. Com o estudo de processo de fabricação, foi constatado que algumas operações não teriam mais a necessidade de serem feitas, como: estágio 3 operação 20, estágio 5 operações 20 e 50.

Com base nesses dados, foi constatado que poderia ser melhorado o nivelamento de carga de trabalho da linha de montagem, e para isso foi realizada uma reestruturação no *layout*, a fim de melhorar os desperdícios, estoques desnecessários, e movimentações.

A proposta de melhoria de *layout* observada na figura 5, de forma que a montagem se tornasse puxada em linha e não mais empurrada como antes, onde fora instalado uma esteira de aproximadamente 25 metros, e ao longo dela, se criou postos de trabalho. Após definidas as devidas alterações, a divisão de trabalho ficou da seguinte forma:

- Estágio 1 – Operação 10 – 1 operador;
- Estágio 2 – Operação 20 (antes era do estágio 1), 10 e 20 – 1 operador;
- Estágio 3 – Operação 10, 30, 40 – 1 operador;
- Estágio 4 – Operação 10, 20, 30 – 1 operador;
- Estágio 5 – Operação 10, 30, 40, 60, 70 – 2 operadores;
- Estágio 6 – Operação 10, 20, 30, 40 – 2 operadores;

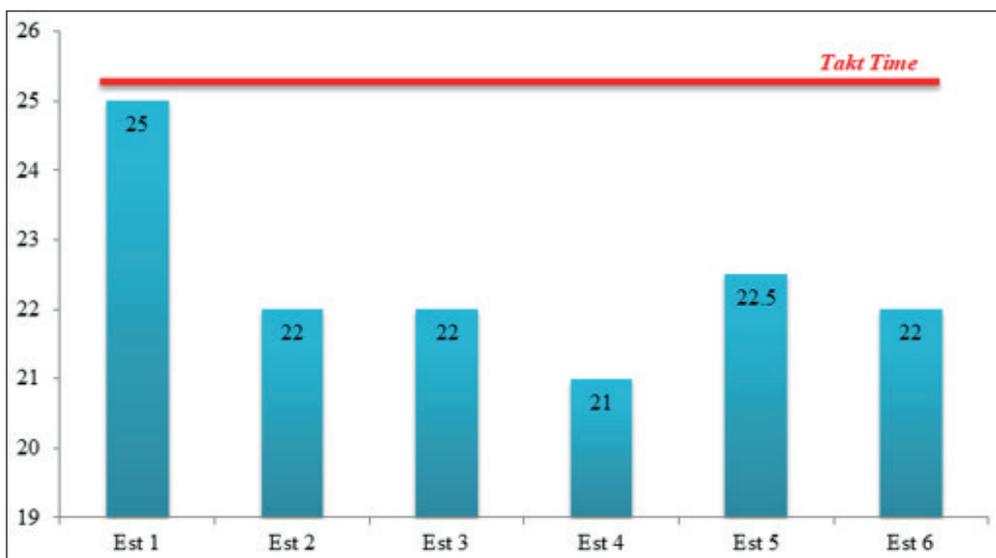
Figura 5. Layout da montagem depois de estruturado



Fonte: dados da pesquisa.

Com esse arranjo de layout em linha, observa-se a necessidade de colocação de mais uma pessoa de apoio por fora, esta pessoa fica responsável pelo abastecimento de peças na linha, ou caso alguém precise ir ao banheiro, temos essa pessoa juntamente com o monitor dando apoio total a linha, mantendo um fluxo contínuo ao processo sem interrupção. O resultado desta etapa da pesquisa pode ser conferido no gráfico 2.

Gráfico 2. GBO da linha de montagem depois da reestruturação



Fonte: dados da pesquisa



Com a reestruturação do layout chegou-se a um *takt time* de 25 segundos por peça, dando uma margem positiva perante as oscilações de venda. Com esse *takt time*, temos uma capacidade de produção carga máquina de 24.192 peças mês, conforme Equação 3.

### Equação 3: Takt Time proposto

$$Takt\ Time = 64.800\ segundos / 25\ segundos = 24.192\ peças$$

Fonte: dados da pesquisa

O percentual de utilização de cada operador em relação ao *takt time* ficou da seguinte forma: Estágio 1: 100%; Estágio 2: 88%; Estágio 3: 88%; Estágio 4: 84%; Estágio 5: 90%; Estágio 6: 88%.

De acordo Lange et. Al., (2013), a melhor forma de redistribuir as atividades entre os operadores é ocupando todo o intervalo do *takt time*, assim fica perceptível onde há desperdícios na linha.

## Resultados

Após a implantação das melhorias sugeridas, nota-se que os ganhos são imediatos.

Conforme apresentado na figura 8, teve um ganho de 37 % de movimentação de materiais pelos operadores dentro do setor. Essa queda ocorreu principalmente devido a mudança de *layout*, onde o corpo da lixeira antes estocados entre um processo e outro, e hoje entra direto na linha de produção do começo ao fim, conseqüentemente reduzimos em 81% de área ocupada de estoque intermediários conforme vemos na figura 8. Além disso, conseqüentemente houve uma redução de 21% de peças em processo.

Outro ganho considerável conforme podemos observar no quadro 1, foi quanto ao número de pessoas utilizadas na montagem das lixeiras. Antes eram 15 pessoas somente dedicadas ao processo de montagem, após o estudo e mudança de *layout*, verificou-se que esse número poderia ser reduzido para 12 pessoas.

Quadro 1. Ganhos após melhorias

	Movimentação (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Peças em processo	Pessoas / Produtividade
Antes	25	148	211.499	15
Depois	16	28	166.929	12
Ganho	37%	81%	21%	20%

Fonte: dados da pesquisa

## ■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Toyota de Produção tem trazido às empresas inúmeras oportunidades para a implementação de ferramentas que são extremamente eficazes na melhoria do desempenho





dos processos produtivos. Nesta pesquisa, percebeu-se que uma mudança de layout, combinado com a ferramenta GBO é uma alternativa eficaz na melhoria da utilização da mão de obra, na redução de estoque em processo e movimentações excessiva de materiais, informações comprovadas com os ganhos obtidos após as melhorias implementadas. Neste estudo observou-se três dos sete desperdícios de produção foram minimizados: movimentação, superprodução de componentes desnecessários, espera.

A partir do estudo de Rocha (2008), onde afirma que balancear uma linha é dividir o trabalho, o mais racionalmente possível, entre os diferentes postos que compõem a linha, de forma que pode minimizar a quantidade de postos, de pessoas, e a ociosidade deles, o GBO foi corresponsável pelo sucesso do estudo, podendo destacar-se ainda que um fator muito importante foi o envolvimento dos operadores no decorrer do estudo, pois através da mudança de uma cultura de produção de *layout* posicional para um *layout* puxada e em linha, buscou-se o envolvimento e o engajamento destas pessoas, onde elas perceberam a necessidade de mudança e também aprovaram as condições propostas, além de contribuírem com sugestões de melhoria referente ao processo e equipamentos. Dessa forma foi possível chegar a um resultado satisfatório tanto para a empresa, na qual o estudo foi aplicado, quanto para os operadores que ali trabalharam.

Com esse estudo, sugere-se a aplicação da ferramenta GBO para outras áreas, pois com a utilização desta é possível garantir que as propostas realizadas neste estudo fossem cumpridas além de orientar os operadores quanto a nova realidade da produção. Essa é a base quanto à utilização de trabalho padronizado onde garante a estabilidade no processo e é a base para melhoria contínua.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ALBERTIN, M. R.; HERÁCLITO, L. J. P. **Administração da produção: administração da produção e operações**. Curitiba: InterSaberes, 2016.
2. ALBERTIN, M. R.; HERÁCLITO, L. J. P. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: InterSaberes, 2016.
3. ALVES, S. F. V.; SILVA, L. R.; FILHO, V. H. S.; SANJULIAO, L. K. A. F.; BASSETO, A. L. C.; Aplicação de padronização do processo em uma empresa do ramo hospitalar. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 37, 2017, **Anais eletrônicos**. Joinville, 2017. p. 1-18.
4. ASSUNÇÃO, M. V. D.; MONTEIRO, J. M. C.; GUILHERME, C. M.; OLIVEIRA, K. N. M.; MARIZ, F. B. D. A. R. Análise da gestão de estoques em um elo da cadeia de suprimentos com foco nas diretrizes do lean office. **EmpíricaBR-Revista Brasileira de Gestão, Negócio e Tecnologia da Informação**, v. 2, n. 1, p. 62-71, 2017





5. BONATO, S. V.; MEDEIROS, J. L. B.; PEREIRA JUNIOR, E. F. Z.; AMARAL, I. Reduzindo Custos e Otimizando Rotas no Transporte Através do Método Milk Run: Um Estudo de Caso. **Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho)**, v. 17, n. 10, p. 31-51, 2020.
6. CARVALHO, D. R.; CATAPAN, D. C.; da CRUZ, J. A. Proposta para redução do desperdício de chapas de aço em uma empresa do ramo metalúrgico. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 1, p. 2-30, 2018.
7. CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
8. DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: Um guia para Entender o Sistema de Produção mais Poderoso do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
9. LANGE, P. M.; LANGE, C. M.; BONATO, S. V.; JUNG, C. F.; Otimização da utilização de mão de obra e reestruturação de layout com o auxílio do gráfico de balanceamento de operador em uma célula de manufatura. In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG), 9, 2013, **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro, 2013, p. 1-18.
10. LIKER, J. K.; FRANZ, J. K. **O modelo Toyota de melhoria continua: Estratégia + Experiência = Desempenho Superior**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
11. LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
12. MONTEIRO, J. M. C.; GUILHERME, C. M. G.; OLIVEIRA, K. N. M.; Análise da gestão de estoques em um elo da cadeia de suprimentos, com foco nas diretrizes do lean office. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 26, 2016, **Anais eletrônicos**. João Pessoa, 2016. p. 1-12.
13. PEREIRA, F. D. S.; PEREIRA JUNIOR, E. F. Z.; BONATO, S. V.; CZARNESKI, F. R. C. Ambientes de produção enxuta sustentável: proposta de um estudo bibliométrico. In: XXIX Encontro Nacional de Cursos de Graduação em Administração (ENANGRAD), 29., 2018, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo, 2018. p. 1-18.
14. ROCHA, D. R. D. **Gestão da produção e operação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência moderna, 2008.
15. SILVA, M. B. D.; BONATO, S. V.; ABRITA, N. F. M.; PEREIRA JUNIOR, E. F. Z. Análise do retorno de paletes e chapatex em empresas de bebidas. **Revista latino-americana de inovação e engenharia de produção**, v. 7, n. 11, p. 68-81, 2019.
16. SIMÃOZINHO, S. de M.; OYADOMARI, J. C. T.; BARROS, H. M.; AKAMINE, C.; ANTUNES, M. T. P. Modelo SECI e “BA” de Nonaka e Takeuchi aplicado à área de controladoria. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT**, v. 6, n. 3, p. 557-576, 2015.
17. TOMA, S. G.; NARUO, S. Total quality management and business excellence: the best practices at Toyota Motor Corporation. **Amfiteatru Economic Journal**, v. 19, n. 45, p. 566-580, 2017.
18. YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

