

O USO DAS TÉCNICAS DE BALANCEAMENTO DE LINHA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS PROCESSOS EM UMA CÉLULA PRODUTIVA

ANA CAROLINE MORAES GONÇALVES GOMES – carolinne.eng@gmail.com
PROF^a DR^a JANAINA A. A. SCALIZA - janainaalvesscaliza@hotmail.com
FACULDADE GALILEU

Resumo: DEVIDO À NECESSIDADE DE IMPLEMENTAR UM NOVO PROCESSO NA CÉLULA DE REVESTIMENTO DE PISO, EM UMA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS, TORNOU-SE PRECISO O ESTUDO DE CAPACIDADE PRODUTIVA. PARA TANTO, O OBJETIVO DESTES TRABALHOS FOI APRESENTAR A PROPOSTA DE ADOÇÃO DE FERRAMENTAS DE BALANCEAMENTO DE LINHA, COMO CRONOMETRAGENS, SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADES E DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIA. COMO PRINCIPAIS RESULTADOS DESSE ESTUDO DE CASO, FOI POSSÍVEL ANALISAR O PROCESSO ATUAL, RELATAR AS PRINCIPAIS DEPENDÊNCIAS E RESTRIÇÕES DAS ATIVIDADES E PROPOR A ADEQUAÇÃO DAS NOVAS OPERAÇÕES, E MELHORIA NO PROCESSO, O QUE PODE CAUSAR UM GANHO PROCESSUAL DE 25,42% NAS ATIVIDADES DA ESTAÇÃO ESTUDADA.

Palavras-chaves: BALANCEAMENTO DE LINHA; MAPEAMENTO DE PROCESSOS; CRONOANÁLISE; SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADES; ADEQUAÇÃO DE PROCESSOS.

THE USE OF LINE BALANCING TECHNIQUES FOR THE IMPLEMENTATION OF NEW PROCESSES IN A PRODUCTION CELL

Abstract: DUE TO THE NEED TO IMPLEMENT A NEW PROCESS IN THE FLOOR COVERING CELL IN A BUS BODYBUILDER, THE PRODUCTION CAPACITY STUDY BECAME NEEDED. FOR THAT, THE OBJECTIVE OF THIS WORK WAS TO PRESENT A PROPOSAL FOR THE ADOPTION OF LINE BALANCE TOOLS, SUCH AS TIMING, ACTIVITY SEQUENCING AND PRECEDENCE DIAGRAM. AS THE MAIN RESULTS OF THIS CASE STUDY, IT WAS POSSIBLE TO ANALYZE THE CURRENT PROCESS, REPORT THE MAIN DEPENDENCIES AND RESTRICTIONS OF THE ACTIVITIES AND PROPOSE THE ADEQUACY OF THE NEW OPERATIONS, AND IMPROVEMENT IN THE PROCESS, WHICH CAN CAUSE A PROCEDURAL GAIN OF 25.42% IN THE ACTIVITIES OF THE STUDY STATION.

Keywords: LINE BALANCING; PROCESS MAPPING; CHRONOANALYSIS; SEQUENCING OF ACTIVITIES; SUITABILITY OF PROCESSES.

1. INTRODUÇÃO

As organizações são sempre afetadas pelo mercado, por isso a diferenciação competitiva é necessária. Para se manterem competitivas no mercado atual, as empresas precisam atender o crescimento das expectativas do cliente, ao operar com maior qualidade, buscando reduzir custos desnecessários, e com a menor variabilidade possível. Em um cenário com alto volume de itens e variedade, é necessário um sistema para planejar e controlar rigorosamente o processo, que requer procedimentos operacionais bem definidos, utilizando técnicas e ferramentas que dão apoio a todo o processo (DEMBOGURSKI *et al.* 2008).

Por meio da melhoria contínua dos processos e da gestão é possível encontrar a melhor forma de atingir a diferenciação no mercado. O balanceamento de linha de produção é uma das ferramentas utilizadas para melhorar os processos e simplificar a gestão (DEMBOGURSKI *et al.* 2008).

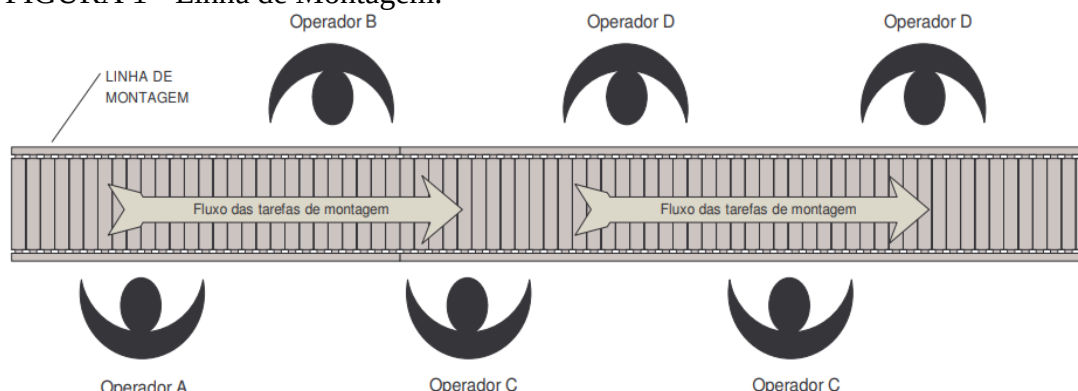
O balanceamento também se mostra necessário em modificações no processo de montagem, como adição ou eliminação de atividades, alteração no tempo de processamento, mudanças de componentes e na produtividade (FARNES; PEREIRA, 2007).

Diante do pedido de melhoria de um produto, a alteração na fixação do chapeamento do piso dos ônibus, em uma encarroçadora de ônibus no Estado de São Paulo, este trabalho teve o objetivo de apresentar uma proposta de adoção de ferramentas de balanceamento de linha, como cronoanálise, diagrama de precedência e gráfico de Gantt, para compreender a capacidade de produção atual das estações de trabalho afetadas e desenvolver recomendações para implementação de novas atividades, bem como detectar o impacto das modificações.

2. TÉCNICAS DE BALANCEAMENTO DE LINHA

O balanceamento de linha envolve a atribuição de tarefas às estações de trabalho que formam a linha, para que todas elas levem aproximadamente a mesma quantidade de tempo para completar a atividade. Isso minimiza o tempo de inatividade do trabalho e do equipamento em uma linha produção, onde o trabalho flui de uma estação para outra (PEINADO; GRAEML, 2007). Na Figura 1 é representado um exemplo de Linha de Montagem.

FIGURA 1 - Linha de Montagem.



Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Para balancear e dimensionar uma linha de produção ou processo, é necessário realizar análises onde a atividade ocorre. A análise envolve mapear as tarefas de uma linha de produção ou processo, aplicar tempos cronometrados para dimensionar a linha de produção, estudar melhorias para empresa e funcionários, e aplicar resultados sempre que possível (CORREA, 2017; SLACK, 2015).

Peinado e Graeml (2007) apresentam um procedimento de balanceamento de linha de produção em 9 passos.

QUADRO 1 - Procedimento de balanceamento de linha de produção

Passo	Procedimento
1	Fracionar as operações de trabalho em componentes de trabalho que possam ser realizados de modo independente.
2	Levantar o tempo padrão para cada um dos componentes de trabalho, por meio do estudo de cronoanálise.
3	Determinar a sequência de tarefas e suas predecessoras.
4	Desenhar o diagrama de precedências.
5	Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho.
6	Seguir regras para atribuição das tarefas às estações de trabalho: a - só atribuir a atividade caso as suas predecessoras já estejam alocadas; b - calcular o tempo disponível na estação de trabalho para realizar a escolha da atividade; c - priorizar as atividades com maior tempo de duração e/ou que estejam mais no início do processo; d - quando houver atividades na mesma condição, escolher forma arbitrária. Caso não haja mais tarefas que possam ser alocadas, iniciar a atribuição na estação seguinte.
7	Analisar se há uma maneira de melhorar modelo proposto e que o balanceamento entre as estações de trabalho tenham a mesma quantidade de tempos ociosos.
8	Medir a eficiência da linha de produção e o percentual de tempo ocioso.
9	Uma proposta para melhorar o balanceamento após todas as etapas já seguidas, é usar estações paralelas para operações demoradas e que não podem ser divididas. Com isso a velocidade de produção de uma determinada parte do processo será dobrada.

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

Peinado e Graeml (2007), ao apresentarem os resultados do estudo realizado em um fornecedor de bombas d'água, trouxeram a descrição das 15 operações de modo independente, o tempo de execução de cada tarefa por meio da cronoanálise e a sequência das tarefas já identificando suas predecessoras. Na proposta final de atribuição de tarefas, Peinado e Graeml (2007) tiveram um ganho de aproximadamente 6% no tempo de montagem do produto. No

balanceamento buscaram como melhoria, deixar o mesmo tempo de ociosidade em cada estação de trabalho. Com isso foi medido um percentual de 4,58% de ociosidade e o grau de utilização de 95,42%.

Reginato *et al.* (2016) sugere um método para balanceamento como uma nova heurística de balanceamento para linha de montagem mista intitulada RPW alvo móvel, em cenários sujeitos a mudanças do mix de produtos, fazendo-se a linha de montagem seja apta a atender à demanda de produção independente do modelo.

Nesse método apresentado por Reginato *et al.* (2016), a atribuição de tarefas às estações de trabalho segue três restrições: cumprir a ligação do diagrama de precedência equivalente, atribuir tarefas às estações de trabalho até que o tempo médio ponderado total das estações de trabalho não exceda o alvo móvel e atribuir tarefas às estações de trabalho de modo que o tempo total nas estações não exceda o tempo de ciclo.

O estudo de Reginato *et al.* (2016), foi aplicado a uma empresa com linha de montagem mista de 7 modelos diferentes. O método aumentou a capacidade de produção em 35%, reduziu o tempo de produção e aumentou a eficiência de linha e balanceamento devido à melhor distribuição de tarefas.

2.1 Cronoanálise

O termo "cronoanálise" é muito utilizado nas empresas para se referir ao processo de estudar, medir e determinar o tempo padrão (PEINADO; GRAEML, 2007). Para Sotsek e Bonduelle (2017), esse método possibilita otimizar a capacidade de produção, observar detalhadamente cada atividade do processo, equilibrar as linhas de produção e melhorar as ineficiências para atender à demanda do cliente.

O tempo padrão engloba uma série de fatores, como velocidade do operador, necessidades pessoais e alívio de fadiga, dentre outros; tais fatores podem ser encontrados na literatura especializada na área (PEINADO; GRAEML, 2007).

Peinado e Graeml (2007) criaram procedimentos simplificados para execução de estudos de cronoanálise. Esses estudos se fazem necessários quando algum produto ou processo sofre alguma alteração e os tempos de produção ficam desatualizados no sistema. Sob essa situação podem surgir alegações como falta de tempo ou de pessoal.

A metodologia apresentada por Peinado e Graeml (2007) apresenta diversas variáveis em sua aplicação. Tais como:

- Número de amostragens para um determinado nível de confiança;
- Percentual de erro permitido;

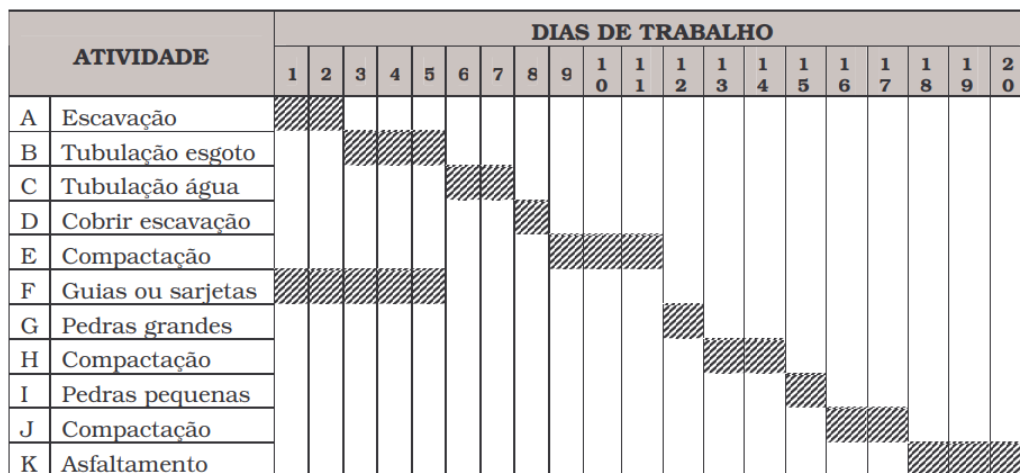
- Variação do tempo cronometrado;
- Fator tolerância (necessidades pessoais, alívio de fadiga e tempos de espera).

A aplicação do seu método permite validar a quantidade ideal de amonstragens para alcançar um nível de confiança igual a 95%. Peinado e Graeml (2007) ressaltam os fatores que devem ser respeitados: “Somente se faz a cronometragens de operadores que já tenham prática e estejam trabalhando em velocidade considerada normal.” e “Valores de tomadas de tempo que fogem muito do valor das demais tomadas devem ser ignorados”.

2.3 Gráfico de Gantt

O cronograma de Gantt é um gráfico onde é possível ver as datas de início e término de uma determinada atividade, tem esse nome em homenagem ao seu inventor, engenheiro norte-americano Henry Gantt. À esquerda do gráfico ficam as atividades e à direita, suas barras desenhadas em uma escala de tempo, assim o comprimento da barra mostra a duração da atividade (MATTOS, 2010).

FIGURA 2 - Gráfico de Gantt



Fonte: Peinado e Graeml (2007).

O planejamento juntamente com o gráfico de Gantt permitem programar a mão de obra, materiais e custos necessários para cada tarefa (DIAS, 2020). É amplamente utilizado por ser um sistema visual e de fácil interpretação, para articulá-lo de forma coerente e executável, é necessário ter o conhecimento prático (DIAS, 2020).

Em estudo realizado por Borges *et al.* (2013) em TKT Cataventos, o gráfico de Gantt possibilitou resultados positivos, como realizar o controle de produção, identificar gargalos e obter um aumento significativo na produtividade da empresa, como a redução de 56% no tempo de fabricação.

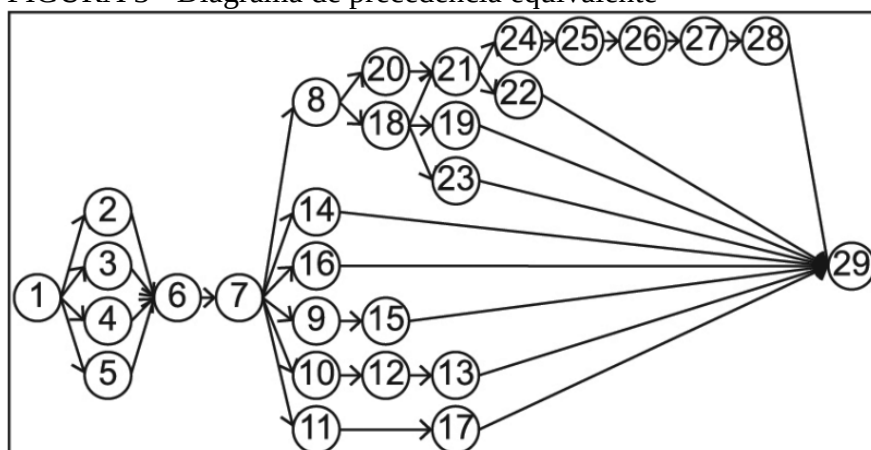
2.4 Diagrama de Precedência

Um projeto consiste em um conjunto de atividades distintas que são independentes umas das outras, mas ligadas de forma lógica. Essa conexão lógica pode ser desenhada por meio de uma representação chamada diagrama de rede. Com esse diagrama é possível observar os caminhos criados pelas sequências das tarefas ou atividades (PEINADO; GRAEML, 2007).

Marobin (2015) usou o Método do Diagrama de Precedência – PDM como uma técnica para executar o mapeamento do processo, onde pode se identificar as relações de precedência e sucessão entre atividades. Em um estudo aplicado a uma indústria automobilística, ele apresentou uma integração de metodologias PDM e PERT para construção de cronogramas do projeto, Marobin (2015) observou uma boa precisão quando comparado o planejamento com os resultados reais, no qual obteve a variação média de apenas 8%.

No diagrama de precedência (Figura 3), os números no interior dos círculos representam tarefas, enquanto que as flechas que unem os círculos apresentam a relação de precedência (REGINATO *et al.* 2016).

FIGURA 3 - Diagrama de precedência equivalente



Fonte: Reginato *et al.* (2016).

3. MÉTODO

Este estudo de caso, aplicado à célula de produção de revestimento de piso de uma fabricante de carrocerias de ônibus, líder na produção de carrocerias urbanas, localizada no Estado de São Paulo, no qual participa do crescimento do polo industrial da região e do Brasil, se mostrou necessário diante de uma solicitação de melhoria na carroceria Modelo B: a colagem das emendas do chapeamento da estrutura do piso.

Essa necessidade decorreu da identificação de anomalias em campo pelo departamento de Apoio à Vendas, nesse caso o deslocamento do piso do ônibus da carroceria em estudo. Para solucionar este problema, foram realizados estudos e testes, comprovando a necessidade

de colagem das emendas no processo de revestimento do piso. Para implementar esse novo sistema em produção, foi necessário um estudo da capacidade produtiva atual e a elaboração de diretrizes para implementação do novo processo e alterações detectadas.

Diante dessa demanda, foi feita uma proposta de balanceamento para garantir a adequação do novo processo, utilizando como referência técnicas de balanceamento de linha. Esta proposta considera uma unidade, atendendo apenas um modelo no portfólio de produtos da empresa, inclui duas estações de trabalho e um tempo de ciclo fixo igual a 65 minutos.

Mostrado se como prioridade, o desenvolvimento desse estudo de caso ocorreu em um curto período de tempo, entre as semanas 10 e 15 do ano de 2020.

Na sequência são apresentadas as técnicas utilizadas no levantamento de dados e análise de processos:

1. Levantamento das atividades necessárias para a colagem das emendas e identificação dos novos processos;
2. Mapeamento do processo atual, identificação das atividades precedentes, levantamento de tempos disponíveis em sistema e recursos disponível.
3. Dimensionamento de mão de obra e capacidade produtiva;
4. Estudo de cronoanálise das novas atividades;
5. E por fim, o desenvolvimento da proposta de balanceamento da célula para a implementação dos novos processos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento de informações

A primeira etapa do trabalho foi a realização de uma reunião de alinhamento com os representantes do projeto, sendo eles do departamento de Engenharia do Produto, Engenharia de Processos e equipe Técnica de Produção. O objetivo desta reunião foi apresentar a necessidade da melhoria no produto Modelo B, especificar os componentes a serem implementados e discutir o impacto no processo produtivo.

Acerca do que foi apresentado como pauta de reunião, foram apuradas as informações necessárias para dar início ao estudo (Quadro 2).

QUADRO 2 - Informações apuradas

Tópicos	Levantamento
Resumo do projeto	Conforme levantado o problema em campo, a desfixação do chapeamento do piso da carroceria Modelo B, para melhorar a fixação, estudos e testes realizados pelo departamento de Engenharia de Produto, demonstraram a necessidade de colagem das emendas no processo de revestimento do piso.
Novos itens	Fita de manta térmica, primer e adesivo PU.

Estações de trabalhos afetadas	Célula de revestimento de piso.
Novos processos (macro)	Adaptação do painel térmico para receber o adesivo PU nas emendas, limpeza da área de emenda, corte e aplicação da fita adesiva espuma na estrutura do piso, aplicação adesivo PU na estrutura do piso e posicionamento das chapas.

Fonte: A autora (2022).

4.2 Mapeamento processo atual

Essa fase do estudo ocorreu *in loco*, para conhecer e mapear o processo atual da célula de produção. O objetivo desse acompanhamento foi identificar os processos atuais, suas precedências, mão de obra e recursos disponíveis. Para completar o levantamento, foi gerado o relatório com os tempos dos processos atuais (Quadro 3).

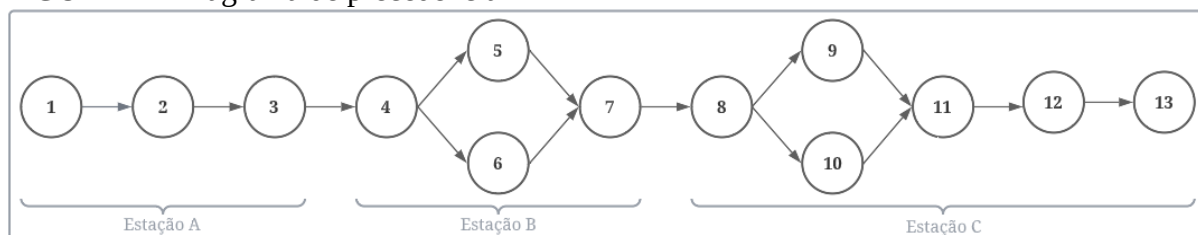
QUADRO 3 - Divisão do processo em operação

CÉLULA DE REVESTIMENTO DO PISO				
Operação	Atividade	Tempo Médio (min)	Operação Predecessora	Ferramenta / Maquinário
1	Dimensionar estrutura do piso para realizar o corte das chapas	15	N/A	-
2	Cortar chapas	20	1	Guilhotina
3	Colar painel térmico nas chapas	20	2	-
4	Posicionar chapas na estrutura do piso	12	3	-
5	Realizar ajustes na região dianteira	12	4	Serra Fita
6	Realizar ajustes na região traseira	10	4	Serra Fita
7	Realizar ajustes na região central	16	5 e 6	Serra Fita
8	Pontear chapas	27	7	Furadeira
9	Furar estrutura região das vigas	16	8	Furadeira
10	Furar estrutura região dos perfis	22	8	Furadeira
11	Escarear furos	20	9 e 10	Furadeira
12	Parafusar chapeamento	19	11	Parafusadeira
13	Lixar (desbastar cabeça dos parafusos)	4	12	Lixadeira
Tempo total:		213 minutos = 3,55 horas		

Fonte: A autora (2022).

O processo de Revestimento do Piso foi dividido em 13 operações, de maneira que pudessem ser executados de forma individual. O Quadro 3 foi elaborado com base nos três primeiros passos apresentados no Procedimento de Peinado e Graeml (2007), para o levantamento dos recursos necessários, acrescentou-se a coluna de “Ferramenta / Maquinário”. Em seguida, assim como o 4º passo de Peinado e Graeml (2007), foi desenhado o diagrama de precedência. Devido as estações de trabalho já estarem configuradas, essa informação foi incrementada no diagrama.

FIGURA 4 - Diagrama de precedência



Fonte: A autora (2022).

EQUAÇÃO 1 – Cálculo: % do tempo ocioso e o grau de utilização atual da célula produtiva

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{\sum \text{tempos ociosos}}{\text{Número de estações} \times \text{tempo de ciclo}} = \frac{25}{2 \times 65} = 19,23\%$$

$$\text{Grau de utilização} = 1 - \text{Índice de ociosidade} = 1 - 0,1923 = 80,77\%$$

Fonte: A autora (2022).

Visto que no estudo de Peinado e Graeml (2007) obtiveram um percentual de ociosidade igual a 4,58%, o índice da célula da encarregadora de ônibus está alto. Nas próximas etapas deste trabalho será apresentado o estudo de cronoanálise das novas atividades e a proposta de balanceamento para adaptá-las às estações de trabalho.

4.4 Cronoanálise

A cronoanálise das novas atividades foram realizadas com base em procedimentos e definições predefinidas pela empresa. Cinco unidades foram selecionadas para coleta de tempo e análise do processo, a amostragem foi limitada porque o processo não foi implementado em um ambiente de produção. A escolha do operador considerou o grau de experiência e ritmo de trabalho, e as definições das operações levando em consideração a divisão macro dos processos.

Conforme procedimentos internos, com a cronometragem foi possível definir o tempo padrão para a proposta de balanceamento, esse valor se dá pela média do tempo, somado com uma tolerância padrão de 20% (alívio de fadiga para o trabalho considerado em condições e ambientes normais). No Quadro 4 são demonstrados os resultados obtidos nessa etapa.

QUADRO 4 – Folha de Observação/Cálculo do tempo médio

OP	Operações	Tempos cronometrados (min.)					A (min.)	Tempo médio	Tempo médio + 20%
		Amostragens							
		1	2	3	4	5			
A.4	Ajustar extremidades do painel	3	4	3	1	4	2	3,2	4
B.5	Limpar chapas	4	4	5	3	6	2	5,0	6
B.6	Aplicar fita adesiva espuma	3	2	2	3	2	1	2,4	3
B.7	Aplicar adesivo PU	7	10	7	9	8	3	8,2	10
B.8	Reposicionar chapas	9	10	11	12	8	3	10,0	12
A = Amplitude (maior valor – menor valor)									

A = Amplitude (maior valor – menor valor)

Fonte: A autora (2022).

A fim de validar os dados coletados neste estudo de caso, foi aplicando o método de Peinado e Graeml (2007) para o cálculo do erro relativo, nível de confiança (para as amostras de $N = 5$), e a quantidade de amostras para alcançar um nível de confiança de 95% (Quadro 5).

QUADRO 5 - Metodologia para cálculo de erro e nível de confiança

OP	A/Ti	Erro relativo (%) $e = (A/Ti) \div k$	Nível de confiança (%) $NC = 1 - e$	Qtde. de amostras para um erro de $\pm 5\%$
A.4	0,50	18,87 %	81,13 %	71
B.5	0,33	12,58 %	87,42 %	31
B.6	0,33	12,58 %	87,42 %	31
B.7	0,30	11,32 %	88,68 %	26

Fonte: A autora (2022).

[illegible]

LT - Linha do tempo.

A.1 - Dimensionar estrutura do piso para realizar o corte das chapas.

A.3 - Colar painel térmico nas chapas.

B.1 - Posicionar chapas na estrutura do piso.

B.3 - Realizar ajuste do chapeamento da região traseira.

B.4 - Realizar ajuste do chapeamento da região central.

B.5 - Limpar chapas (ativador).

B.6 - Aplicar fita espuma.

B.7 - Aplicar cola (adesivo)

B.8 - Reposicionar chapeamento

INSC. - Código de inscrição do o

Fonte: A autora (2022).

Com a impl

Com a implementação da memória proposta, o reordenamento (Figura 7) apresenta um ganho 25,42% no tempo de processo da estação A, além de atender o tempo de ciclo planejado, a equipe passou a ter um o percentual de ociosidade de 3,85% e o grau de utilização da mão de obra igual a 96,15%.

EQUAÇÃO 2 - Cálculo: % do tempo ocioso e o grau de utilização proposto para à célula

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{\sum \text{tempos ociosos}}{\text{Número de estações} \times \text{tempo de ciclo}} = \frac{5}{2 \times 65} = 3,85\%$$

$$\text{Grau de utilização} = 1 - \text{Índice de ociosidade} = 1 - 0,0385 = 96,15\%$$

Fonte: A autora (2022).

Dado que Reginato *et al.* (2016) aumentou a capacidade de produção em 35% com o método para balanceamento para linha de montagem mista, o estudo realizado nesse trabalho apresentou um resultado satisfatório.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse estudo de caso foi apresentar um método para adoção de ferramentas de balanceamento de linha, como cronoanálise, diagrama de precedência e gráfico de Gantt, a fim de compreender a capacidade de produção atual das estações de trabalho afetadas na solicitação de melhoria no produto Modelo B, da Encarroçadora de Ônibus, além de estruturar uma proposta de um rebalanceamento para atender as novas atividades.

Esse objetivo foi atingido, pois, com esse método foi possível mapear os processos, relatar as principais dependências e restrições das atividades, assim como detectar o impacto das modificações. Além de atingir o objetivo inicial, foram realizadas análises das atividades e apresentado uma proposta de melhoria, por meio de um projeto de plano de corte, para maximizar a utilização da matéria-prima e agilizar o processo de corte das chapas utilizadas no revestimento da estrutura do piso.

Com a implementação da melhoria proposta, o novo balanceamento pode apresentar ganhos de redução de custo e tempo, além de eliminar a necessidade de alocação de mais mão de obra para atender à demanda programada.

Visto que as empresas procuram adaptar métodos e ferramentas desenvolvidas em diferentes áreas, para estudos e resoluções de problemas específicos da organização, esse trabalho propõe a integração de diferentes abordagens técnicas para o gerenciamento de processo.

Portanto, com a aplicação correta do método, pode-se obter uma visão macro do processo de revestimento da estrutura do piso, identificar as restrições das atividades da célula produtiva e apresentar melhorias junto a proposta de balanceamento para implementação do novo processo de colagem do chapeamento, assim atendendo à demanda programada.

REFERÊNCIAS

BORGES, J. P. V. *et al.* **Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo Gráfico de Gantt: um estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., Salvador: ENEGEP, 2013.

CORREA, H. L. **Administração de produção e operações.** 4. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. 632 p.

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

DIAS, David Passos Barbosa. Planejamento em BIM 4D comparado ao planejamento tradicional. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 26-44, 2020.

DE PAULA, M. A.; VALLS, V. M. Mapeamento de processos em bibliotecas: revisão de literatura e apresentação de metodologias. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 12, n. 3, p. 136-156, 2014.

FERNANDES, F. C. F. *et al.* O uso da programação inteira 0-1 para o balanceamento de linhas de montagem: modelagem, estudos de caso e avaliação. **Production**, v. 18, n. 2, p. 210-221, 2008.

FARNES, V. C. F.; PEREIRA, N. A. Balanceamento de linha de montagem com o uso de heurística e simulação: estudo de caso na linha branca. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, n. 1, p. 125, 2007.

MAROBIN, D. S. Planejamento da produção de unidades protótipo através de diagramas de redes e métodos paramétricos. **Blucher Mathematical Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 747-755, 2015.

MASSOTE, A. A. **Modelo de integração de sistemas de gestão erp com a produção**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25., 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABEPRO, 2005 .

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2010. 368 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção**: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

REGINATO, G. *et al.* Balanceamento de linha de montagem mista em cenários com distintos mix de produtos. **Gestão & Produção** , v. 23, n. 2, 2016.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 8. ed. Rio de Janeiro. Atlas, 2015.856 p.

SOTSEK, N. C.; BONDUELLE, G. M. Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 519-530, 2017.