

BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA CALÇADISTA estudo e análise no processo produtivo nos setores de montagem e acabamento.

OLIVEIRA, Aline Alves¹
RIBEIRO, Arthur Cunha Mendonça¹
RAMOS, João Pedro Jardim Almeida¹
COSTA, Flávio Henrique de Oliveira²
TABAH, June³
LEAL, Aleteia Cordero⁴

Resumo

O artigo partiu de um projeto de três disciplinas de Engenharia de Produção, buscando analisar os tempos das operações de uma linha de produção para aprimorar a capacidade produtiva da empresa através de um novo balanceamento. A empresa em estudo tem como atividade principal a produção de calçados de couro. Atualmente apresenta uma grande dificuldade para atingir a quantidade demandada pelo mercado em dois setores produtivos, com isso foi estabelecido um crescimento significativo em sua produção diária, deve-se aumentar de 550 para 680 pares de calçados produzidos. Em busca de um melhor planejamento e controle da produção para alcançar o novo objetivo da empresa, foi utilizado a pesquisa da literatura de caráter exploratório e o método de estudo de tempos. A partir das análises, conseguiu alcançar o objetivo de aumentar a produção de 550 para 680 pares diários, somente com um novo balanceamento e com 3 funcionários que podem ser realocados em outros setores.

Palavras-chave: Balanceamento de linha. Estudo de tempo. Produção.

1 Introdução

Nesse artigo é retratado uma empresa que atualmente apresenta uma grande dificuldade para atingir a quantidade demandada pelo mercado em dois setores produtivos, com isso foi estabelecido um crescimento significativo em sua produção diária, deve-se aumentar de 550 para 680 pares de calçados produzidos.

¹ Graduando em [...] pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [lininha.85@hotmail.com; arthurcmr1@gmail.com; jpjardimalmeida@gmail.com].

² Doutor em Engenharia de Produção e Docente do Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [flaviocosta91@hotmail.com].

³ Docentes do Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [junetabah@gmail.com; aleteiacordero@facef.br].

Inicialmente foi realizado uma revisão da literatura de caráter exploratório dos principais conteúdos que serão abordados durante o desenvolvimento. Em seguida, foi elaborado um estudo de caso pelos alunos do 5º semestre do curso da Engenharia de Produção, com o propósito de ajudar a empresa com seu objetivo. E por fim, a apresentação dos resultados obtidos.

O estudo de caso é a estratégia de planos de investigação com base nas questões apontadas, nas suas proposições e observações, as análises, a lógica que liga os dados às proposições e os critérios para interpretar as descobertas, afinal, uma investigação mantendo as proposições iniciais do estudo (YIN, 2005).

Foi utilizado a pesquisa da literatura de caráter exploratório e o método de estudo de tempos. Através de uma tabela de cronometragem, foi realizado o estudo de caso, onde possuía dados de todos os elementos que os operadores realizavam nos setores de montagem e acabamento ao longo de um dia.

A partir da observação dos tempos cronometrados, foi calculado o tempo médio, ritmo, tempo normal, tolerância e tempo padrão que 4 e 11 operadores consumiam para produzirem 550 pares de calçados por dia, nos setores de montagem e acabamento, respectivamente. Com base no desfecho, deve-se tomar a decisão para alcançar a necessidade da empresa, conforme desenvolvimento.

2 Referencial teórico

2.1 Cronometragem

Na área de estudo de tempos, a cronoanálise é o método mais utilizado, a mesma tem centro na cronometragem dos tempos do processo em análise, com o intuito de se obter o tempo padrão (FELDKIRCHER; VASCONCELOS, 2014, apud PENA et al., 2016, p. 3).

Para os mesmos autores, nas empresas, para medir o tempo se utiliza a cronometragem e ela pode ser feita de duas formas: contínuo, em que o cronometrista começa no início da operação e termina no final da mesma, e o volta a zero ou repetitivo, em que se marca os tempos de cada elemento dentro da operação, não precisando separá-los depois como no contínuo.

- Ritmo

Segundo Toledo (2004b, apud FELIPPE et al., 2012, p. 4), ciclo é a realização completa de todos os elementos de uma operação, feita pelo operário e o ritmo é a velocidade com a qual o operador realiza a operação com uma supervisão capacitada. Para análise do ritmo se compara a rapidez e a precisão do operador na realização dos movimentos para se concluir a operação.

Para avaliar o ritmo necessitasse que o analista faça um julgamento pessoal sobre o operador, por infelicidade não se consegue calcular o tempo padrão sem a opinião pessoal do analista (BARNES, 1977).

O autor apresenta que o ritmo mede a interferência da “habilidade” e “esforço” na eficácia da operação. O “esforço” ele se define como o volume de serviço que o trabalhador pode ou quer dar. O esforço ele faria no dia a dia, tendo intervenção do cansaço, disposição física, problema emocional etc. Já a “habilidade” ela é o potencial que o operador tem, ela não modifica no dia a dia, ela procede de experiência, destreza manual, inteligência, poucas interrupções etc.

Ele conclui que apesar das operações analisadas serem bem diferentes, a maioria dos elementos são bem parecidos, e com o estudo e entendimento dos mesmos, consegue-se fazer uma melhor análise do ritmo de um operador.

- Tempo normal e tolerância

De acordo com Barnes (1977), o tempo normal é o tempo necessário para o trabalhador concluir a operação em seu respectivo ritmo, não possuindo as tolerâncias em sua conta. As tolerâncias são as interrupções essenciais para o operador como descanso e necessidade pessoal. Já o tempo padrão, ele leva em conta a duração de todos os elementos da operação e mais as tolerâncias dadas pela empresa.

- Tempo padrão

Depois de dividir a operação a ser cronometrada em elementos, o estudo de tempos continua a partir da medição e anotação do tempo de cada elemento, com o intuito de se descobrir o tempo padrão. No entanto, o tempo conhecido na etapa anterior não é o tempo padrão e sim o tempo de operação. Para se conseguir o tempo padrão, deve-se tomar o tempo normal e adicioná-lo as tolerâncias cedidas pela empresa, enquanto o tempo normal é o tempo da operação mais o fator de ritmo, que

é a velocidade do operador observada pelo cronoanalista durante a cronometragem (BARNES, 1977).

Segundo Cruz (2008, apud VILELA, 2012, p. 157), para determinar o tempo de uma operação, a análise deve ser feita em uma condição normal de trabalho. Esse é o tempo padrão, o qual deve ser usado de referência para se treinar novos trabalhadores para o processo em questão. Sendo o operador com habilidade, apto e com esforço médio.

2.2 Balanceamento de linha

Balanceamento de linha é o equilíbrio da carga de trabalho ao longo do fluxo de produção, dando suporte a área de planejamento e controle da produção, evitando gargalos e capacidade excessiva (KUMAR, 2009, apud OLIVEIRA et al., 2017, p. 4). Segundo Hazir e Dolgui (2014, apud OLIVEIRA et al., 2017, p. 4) o objetivo do balanceamento é organizar de maneira eficiente os recursos produtivos.

De acordo com Sivasankaran e Shahabudeen (2014, apud OLIVEIRA et al., 2017, p. 4), a efetividade é avaliada a partir da observação tempo livre e ociosidade gerada na linha de produção. Para realização do balanceamento é crucial a determinação dos limites técnicos da capacidade produtiva e o tempo de operação de cada elemento.

- Gargalo de produção

De acordo com Pessoa e Cabral (2005, apud RIGON, 2014, p. 25), o gargalo é um empecilho que dita o desenvolvimento e a capacidade da linha de produção, dificultando que ela consiga atingir seu potencial máximo. Em um setor de fabricação, o gargalo representa a atividade que possui menor competência o que dificulta a empresa a cumprir a demanda de mercado.

- Takt time

Takt time (TT) tem origem na Alemanha da palavra taktzeit, onde takt remete a compasso e zeit intervalo, também chamado de balanço musical. Em vista disso, o takt time é uma relação de parâmetro que define o ritmo da produção. Esse conceito é baseado na medição do ritmo de vendas e demonstra o tempo que a empresa deve suprir de acordo com a demanda (MARTINS, 2009, apud SILVA, 2020, p. 9).

- Capacidade produtiva

A capacidade produtiva simboliza a quantidade máxima que um processo industrial tem de transformar seus insumos em bens de consumo. Para Slack et al. (2009), a capacidade produtiva de uma operação se define como o maior nível de atividade de valor agregado em determinado período que a operação é realizada em condições normais.

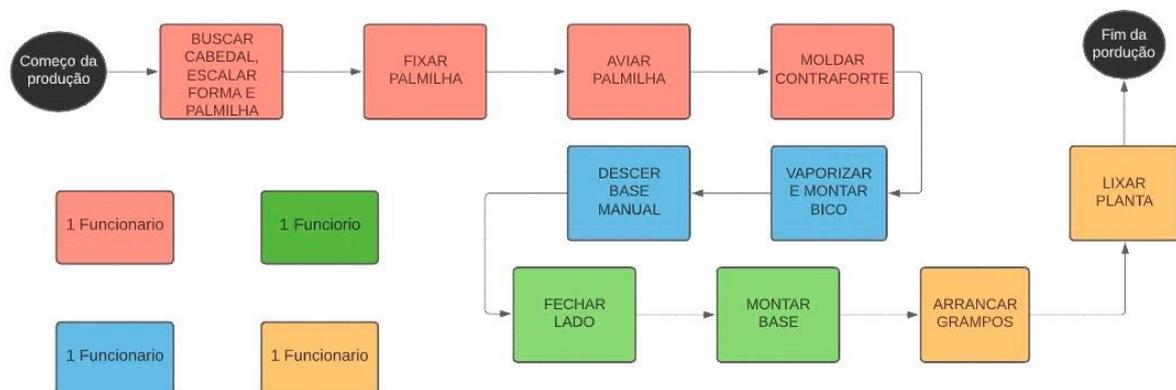
- Produtividade parcial da mão de obra

Em 1950 a Comunidade Econômica Europeia definiu o conceito de produtividade, equivalendo o resultado da divisão da produção final (output) por algum fator de insumo (input). De acordo com Frazier e Gaither (2002) os indicadores de produtividade parcial podem ser utilizados para se definir a produtividade em um intervalo de tempo de variáveis como capital, materiais, mão-de-obra e gastos gerais. Considerando apenas o fator de mão de obra qualificando-se por ser uma medida de produtividade parcial que emprega apenas uma variável de entrada (input), apenas gastos envolvendo a mão de obra.

3 Materiais e métodos ou desenvolvimento

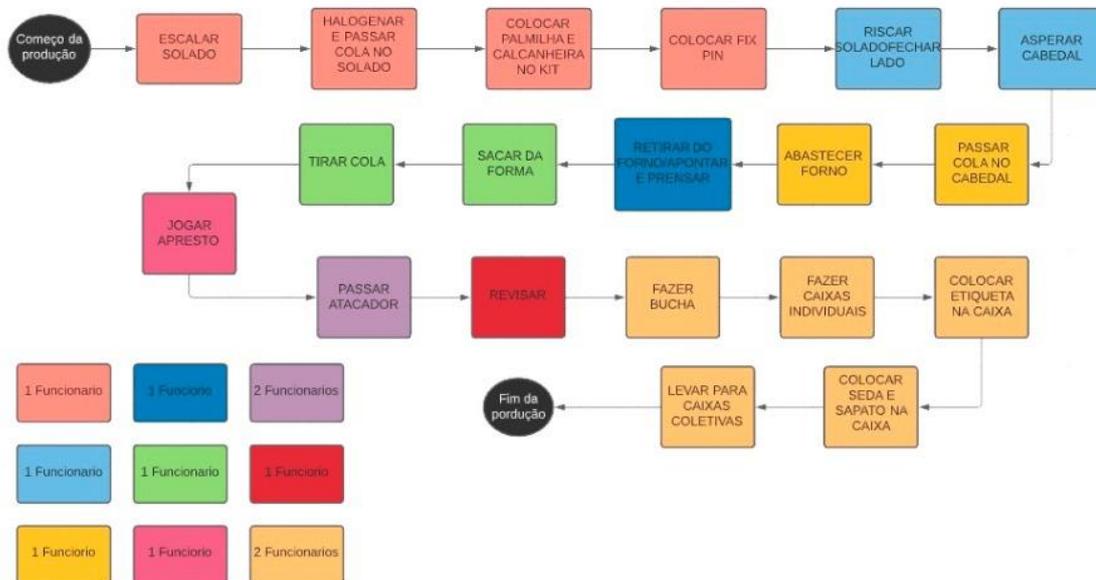
O estudo de caso foi realizado a partir de duas planilhas de cronometragem dos setores de montagem e acabamento de uma fábrica de calçados. Os setores foram divididos em elementos, onde pode-se observar o nome e a ordem nos Fluxogramas 1 e 2.

Fluxograma 1 – Fluxograma do setor de montagem



Fonte: Os autores, 2021.

Fluxograma 2 – Fluxograma do setor de acabamento



Fonte: Os autores, 2021.

Como visto, os Fluxogramas 1 e 2 mostram os elementos de cada setor e as atividades que são realizadas juntas por um ou mais operadores estão definidas com a mesma cor, como mostrado nas legendas na parte inferior esquerda.

Foram cronometrados os 10 elementos do setor de montagem e os 19 elementos do setor de acabamento, anotando seus tempos como pode ser observado nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Em seguida, converteu-se o tempo de segundos para minutos, com o intuito de se padronizar as unidades.

Tabela 1 – Cronometragem do setor de montagem

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	
1 BUSCAR CABEDAL, ESCALAR FORMA E PALMILHA (Manual)	2	14	0,23	2,23	12
2 FIXAR PALMILHA (Manual)	0	7	0,12	0,12	1
3 AVIAR PALMILHA (Manual)	0	10	0,17	0,17	12
4 MOLDAR CONTRAFORTE (Manual)	0	35	0,58	0,58	1
5 VAPORIZAR E MONTAR BICO (Manual)	0	24	0,40	0,40	1
6 DESCER BASE MANUAL (Manual)	0	17	0,28	0,28	1
7 FECHAR LADO (Manual)	0	16	0,27	0,27	1
8 MONTAR BASE (Manual)	0	18	0,30	0,30	1
9 ARRANCAR GRAMPOS (Manual)	0	7	0,12	0,12	1
10 LIXAR PLANTA (Manual)	0	19	0,32	0,32	1

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Tabela 2 – Cronometragem do setor de acabamento

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem			
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)
1 ESCALAR SOLADO (Manual)	0	48	0,80	0,80
2 HALOGENAR E PASSAR COLA NO SOLADO (Manual)	1	23	0,38	1,38
3 COLOCAR PALMILHA E CALCANHEIRA NO KIT (Manual)	0	24	0,40	0,40
4 COLOCAR FIX PIN (Manual)	0	43	0,72	0,72
5 RISCAR SOLADO (Manual)	0	44	0,73	0,73
6 ASPERAR CABEDAL (Manual)	0	16	0,27	0,27
7 PASSAR COLA NO CABEDAL (Manual)	0	39	0,65	0,65
8 ABASTECER FORNO (Manual)	0	8	0,13	0,13
9 RETIRAR DO FORNO/APONTAR E PRENSAR (Manual)	0	34	0,57	0,57
10 SACAR DA FORMA (Manual)	0	17	0,28	0,28
11 TIRAR COLA (Manual)	0	5	0,08	0,08
12 JOGAR APRESTO (Manual)	0	20	0,33	0,33
13 PASSAR ATACADOR (Manual)	1	36	0,60	1,60
14 REVISAR (Manual)	0	15	0,25	0,25
15 FAZER BUCHA (Manual)	0	34	0,57	0,57
16 FAZER CAIXAS INDIVIDUAIS (Manual)	0	50	0,83	0,83
17 COLOCAR ETIQUETA NA CAIXA (Manual)	0	33	0,55	0,55
18 COLOCAR SEDA E SAPATO NA CAIXA (Manual)	0	38	0,63	0,63
19 LEVAR PARA CAIXAS COLETIVAS (Manual)	0	17	0,28	0,28

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Como pode ser visto nas Tabelas 1 e 2, a coluna do tempo em segundos foi convertida para minutos e depois somado com a coluna de minutos.

Depois calculou-se o tempo médio, dividindo o tempo total pela quantidade de pares feito em cada elemento. Em seguida, o multiplicou pelo ritmo estabelecido pelo cronometrista na avaliação de cada operador, obtendo assim, o tempo normal.

Com o tempo normal estabelecido, foi necessário definir a tolerância cedida pela empresa para os funcionários, onde entraria os intervalos que ocorrem durante a carga horária, dentre eles, idas ao banheiro, tomar água e descanso. Com esses dados em mãos, pode-se calcular o tempo padrão através da fórmula:

$$TP = TN * (1 + FT)$$

Onde TP significa tempo padrão, TN representa tempo normal e FT é fator de tolerância.

Os dados obtidos estão mostrados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Tempo padrão do setor de montagem

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos			Tolerância 15%
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	Tempo padrão
1 BUSCAR CABEDAL, ESCALAR FORMA E PALMILHA (Manual)	2	14	0,23	2,23	12	0,186	90%	0,168	0,193
2 FIXAR PALMILHA (Manual)	0	7	0,12	0,12	1	0,117	100%	0,117	0,134
3 AVIAR PALMILHA (Manual)	0	10	0,17	0,17	12	0,014	110%	0,015	0,018
4 MOLDAR CONTRAFORTE (Manual)	0	35	0,58	0,58	1	0,583	90%	0,525	0,604
5 VAPORIZAR E MONTAR BICO (Manual)	0	24	0,40	0,40	1	0,400	90%	0,360	0,414
6 DESCER BASE MANUAL (Manual)	0	17	0,28	0,28	1	0,283	100%	0,283	0,326
7 FECHAR LADO (Manual)	0	16	0,27	0,27	1	0,267	100%	0,267	0,307
8 MONTAR BASE (Manual)	0	18	0,30	0,30	1	0,300	90%	0,270	0,311
9 ARRANCAR GRAMPOS (Manual)	0	7	0,12	0,12	1	0,117	100%	0,117	0,134
10 LIXAR PLANTA (Manual)	0	19	0,32	0,32	1	0,317	105%	0,333	0,382
TOTAL	Tempo total da operação por par								2,822

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Tabela 4 – Tempo padrão do setor de acabamento

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos			Tolerância 15%
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	Tempo padrão
1 ESCALAR SOLADO (Manual)	0	48	0,80	0,80	12	0,067	90%	0,060	0,069
2 HALOGENAR E PASSAR COLA NO SOLADO (Manual)	1	23	0,38	1,38	3	0,461	100%	0,461	0,530
3 COLOCAR PALMILHA E CALCANHEIRA NO KIT (Manual)	0	24	0,40	0,40	12	0,033	110%	0,037	0,042
4 COLOCAR FIX PIN (Manual)	0	43	0,72	0,72	5	0,143	90%	0,129	0,148
5 RISCAR SOLADO (Manual)	0	44	0,73	0,73	2	0,367	90%	0,330	0,380
6 ASPERAR CABEDAL (Manual)	0	16	0,27	0,27	1	0,267	100%	0,267	0,307
7 PASSAR COLA NO CABEDAL (Manual)	0	39	0,65	0,65	1	0,650	100%	0,650	0,748
8 ABASTECER FORNO (Manual)	0	8	0,13	0,13	1	0,133	100%	0,133	0,153
9 RETIRAR DO FORNO/APONTAR E PRENSAR (Manual)	0	34	0,57	0,57	1	0,567	100%	0,567	0,652
10 SACAR DA FORMA (Manual)	0	17	0,28	0,28	1	0,283	100%	0,283	0,326
11 TIRAR COLA (Manual)	0	5	0,08	0,08	1	0,083	100%	0,083	0,096
12 JOGAR APRESTO (Manual)	0	20	0,33	0,33	1	0,333	100%	0,333	0,383
13 PASSAR ATACADOR (Manual)	1	36	0,60	1,60	2	0,800	100%	0,800	0,920
14 REVISAR (Manual)	0	15	0,25	0,25	2	0,125	100%	0,125	0,144
15 FAZER BUCHA (Manual)	0	34	0,57	0,57	2	0,283	100%	0,283	0,326
16 FAZER CAIXAS INDIVIDUAIS (Manual)	0	50	0,83	0,83	3	0,278	100%	0,278	0,319
17 COLOCAR ETIQUETA NA CAIXA (Manual)	0	33	0,55	0,55	12	0,046	100%	0,046	0,053
18 COLOCAR SEDA E SAPATO NA CAIXA (Manual)	0	38	0,63	0,63	3	0,211	90%	0,190	0,219
19 LEVAR PARA CAIXAS COLETIVAS (Manual)	0	17	0,28	0,28	6	0,047	100%	0,047	0,054
TOTAL	Tempo total da operação por par								5,868

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Como observado nas Tabelas 3 e 4, primeiro se definiu o tempo médio com a divisão do tempo total por quantidade de pares cronometrados, segundo se estabeleceu o ritmo e o multiplicou pelo tempo médio, chegando no tempo normal. Depois, se definiu a tolerância como sendo 15% para todos os elementos. E por último através da fórmula apresentada anteriormente, se calculou o tempo padrão.

Após esse cálculo, foi possível se identificar os gargalos de cada setor, avaliando o tempo padrão dos elementos, onde o gargalo se destacaria como maior tempo padrão. Feito essa análise se identificou os gargalos, demonstrados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Gargalo do setor de montagem

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos			Tolerância 15%
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	Tempo padrão
4 MOLDAR CONTRAFORTE (Manual)	0	35	0,58	0,58	1	0,583	90%	0,525	0,604

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Tabela 6 – Gargalo do setor de acabamento

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos			Tolerância 15%
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	Tempo padrão
13 PASSAR, ATACADOR (Manual)	1	36	0,60	1,60	2	0,800	100%	0,800	0,920

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Com o tempo padrão definido, o próximo passo foi descobrir a produção diária de cada elemento para se dimensionar a quantidade necessária de operadores, para isso foi utilizado o tempo do turno de 8 horas e 48 minutos ou 8,8 horas, ou seja, 528 minutos. Desse modo, dividiu-se os 528 minutos do turno pelo tempo padrão de cada elemento, assim descobrindo a produção diária.

Logo após se dividiu a demanda atual pelo valor encontrado anteriormente, obtendo a quantidade de operadores necessários para uma demanda de 550 pares diários. Fez-se o mesmo para a nova demanda de 680 pares. As Tabelas 7 e 8 demonstram os resultados calculados em ambos os setores.

Tabela 7 – Números de operadores do setor de montagem

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos				Tolerância	528	550	680
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	15%	Tempo padrão	Produção diária	Nº de operadores necessários	Nº de operadores necessários
1 BUSCAR CABEDAL, ESCALAR FORMA E PALMIHA (Manual)	2	14	0,23	2,23	12	0,186	90%	0,168	0,193		2741	0,201	0,248
2 FIXAR PALMIHA (Manual)	0	7	0,12	0,12	1	0,117	100%	0,117	0,134		3935	0,140	0,173
3 AVIAR PALMIHA (Manual)	0	10	0,17	0,17	12	0,014	110%	0,015	0,018		30052	0,018	0,023
4 MOLDAR CONTRAFORTE (Manual)	0	35	0,58	0,58	1	0,583	90%	0,525	0,604		875	0,629	0,778
5 VAPOORIZAR E MONTAR BICO (Manual)	0	24	0,40	0,40	1	0,400	90%	0,360	0,414		1275	0,431	0,533
6 DESCER BASE MANUAL (Manual)	0	17	0,28	0,28	1	0,283	100%	0,283	0,326		1620	0,339	0,420
7 FECHAR LADO (Manual)	0	16	0,27	0,27	1	0,267	100%	0,267	0,307		1722	0,319	0,395
8 MONTAR BASE (Manual)	0	18	0,30	0,30	1	0,300	90%	0,270	0,311		1700	0,323	0,400
9 ARRANCAR GRAMPÓS (Manual)	0	7	0,12	0,12	1	0,117	100%	0,117	0,134		3935	0,140	0,173
10 LIXAR PLANTA (Manual)	0	19	0,32	0,32	1	0,317	105%	0,333		0,382	1381	0,398	0,492
TOTAL	Tempo total da operação por par									2,822	187,124	2,939	3,634

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Tabela 8 – Números de operadores do setor de acabamento

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	Cronometragem				60	Cálculo de tempos				Tolerância	528	550	680
	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo convertido	Tempo total (min)	Quant.pares cronometra	Tempo médio	Ritmo	Tempo normal	15%	Tempo padrão	Produção diária	Nº de operadores necessários	Nº de operadores necessários
1 ESCALAR SOLADO (Manual)	0	48	0,80	0,80	12	0,067	90%	0,060	0,069		7652	0,072	0,089
2 HALOGENAR E PASSAR COLA NO SOLADO (Manual)	1	23	0,38	1,38	3	0,461	100%	0,461	0,530		996	0,552	0,683
3 COLOCAR PALMIHA E CALCANHEIRA NO KIT (Manual)	0	24	0,40	0,40	12	0,033	110%	0,037	0,042		12522	0,044	0,054
4 COLOCAR FIX PIN (Manual)	0	43	0,72	0,72	5	0,143	90%	0,129	0,148		3559	0,155	0,191
5 RISCAR SOLADO (Manual)	0	44	0,73	0,73	2	0,367	90%	0,330	0,380		1391	0,395	0,489
6 ASPERAR CABEDAL (Manual)	0	16	0,27	0,27	1	0,267	100%	0,267	0,307		1722	0,319	0,395
7 PASSAR COLA NO CABEDAL (Manual)	0	39	0,65	0,65	1	0,650	100%	0,650	0,748		706	0,779	0,963
8 ABASTECER FORNO (Manual)	0	8	0,13	0,13	1	0,133	100%	0,133	0,153		3443	0,160	0,197
9 RETIRAR DO FORNO/ PONTAR E PRENSAR (Manual)	0	34	0,57	0,57	1	0,567	100%	0,567	0,652		810	0,679	0,839
10 SACAR DA FORMA (Manual)	0	17	0,28	0,28	1	0,283	100%	0,283	0,326		1620	0,339	0,420
11 TIRAR COLA (Manual)	0	5	0,08	0,08	1	0,083	100%	0,083	0,096		5510	0,100	0,123
12 JOGAR APRESTO (Manual)	0	20	0,33	0,33	1	0,333	100%	0,333	0,383		1377	0,399	0,494
13 PASSAR ATACADOR (Manual)	1	36	0,60	1,60	2	0,800	100%	0,800	0,920		574	0,958	1,185
14 REVISAR (Manual)	0	15	0,25	0,25	2	0,125	100%	0,125	0,144		3673	0,150	0,185
15 FAZER BUCHA (Manual)	0	34	0,57	0,57	2	0,283	100%	0,283	0,326		1620	0,339	0,420
16 FAZER CAIXAS INDIVIDUAIS (Manual)	0	50	0,83	0,83	3	0,278	100%	0,278	0,319		1653	0,333	0,411
17 COLOCAR ETIQUETA NA CAIXA (Manual)	0	33	0,55	0,55	12	0,046	100%	0,046	0,053		10017	0,055	0,068
18 COLOCAR SEDA E SAPATO NA CAIXA (Manual)	0	38	0,63	0,63	3	0,211	90%	0,190	0,219		2416	0,228	0,281
19 LEVAR PARA CAIXAS COLETIVAS (Manual)	0	17	0,28	0,28	6	0,047	100%	0,047	0,054		9723	0,057	0,070
TOTAL	Tempo total da operação por par									5,868	89,980	6,113	7,557

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Como visto nas Tabelas 7 e 8, os 528 minutos do turno foram divididos pelo tempo padrão, encontrando a produção diária. Em seguida, dividiu-se a produção diária pelas demandas, atual e nova, resultando no número preciso de trabalhadores por elemento.

Após uma análise sobre o setor de montagem, percebeu-se que se fosse mantido o balanceamento atual para a nova demanda, haveria operadores que ficariam ociosos, como o último operador da linha e o primeiro trabalhador estaria

sobrecarregado. Em vista disso, foi dimensionado um novo balanceamento, reorganizando os 4 operadores de uma forma que nenhum fique muito sobrecarregado e nem ocioso, pode-se ver na Tabela 9.

Tabela 9 – Balanceamento do setor de montagem

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	550	680	Número de operadores real (atualmente para 550)	Balanceamento para 680 pares/dia
	Nº de operadores necessários	Nº de operadores necessários		
1 BUSCAR CABEDAL, ESCALAR FORMA E PALMILHA (Manual)	0,201	0,248	1,00	2
2 FIXAR PALMILHA (Manual)	0,140	0,173		
3 AVIAR PALMILHA (Manual)	0,018	0,023		
4 MOLDAR CONTRAFORTE (Manual)	0,629	0,778		
5 VAPORIZAR E MONTAR BICO (Manual)	0,431	0,533	1,00	1
6 DESCER BASE MANUAL (Manual)	0,339	0,420		
7 FECHAR LADO (Manual)	0,319	0,395		
8 MONTAR BASE (Manual)	0,323	0,400	1,00	1
9 ARRANCAR GRAMPOS (Manual)	0,140	0,173	1,00	
10 LIXAR PLANTA (Manual)	0,398	0,492		
TOTAL	2,939	3,634	4,00	4,00

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Como visto na Tabela 9, foi mantido a quantidade de operadores, porém alocados de maneira diferente da atual, para que o tempo que o operador estava ocioso fosse suprido no gargalo da operação.

Da mesma forma, no setor de acabamento, atualizando a quantidade de operadores para a nova demanda, percebeu-se que alguns operadores ficariam ociosos e outros sobrecarregados. Partindo disso, se fez outro balanceamento, com o objetivo de deixar mais equilibrado a carga de trabalho entre os operadores, onde pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10 – Balanceamento do setor de acabamento

DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	550	680	Número de operadores real (atualmente para 550)	Balanceamento para 680 pares/dia
	Nº de operadores necessários	Nº de operadores necessários		
1 ESCALAR SOLADO (Manual)	0,072	0,089	1,00	1
2 HALOGENAR E PASSAR COLA NO SOLADO (Manual)	0,552	0,683		
3 COLOCAR PALMILHA E CALCANHEIRA NO KIT (Manual)	0,044	0,054		
4 COLOCAR FIX PIN (Manual)	0,155	0,191		
5 RISCAR SOLADO (Manual)	0,395	0,489	1,00	2
6 ASPERAR CABEDAL (Manual)	0,319	0,395	1,00	
7 PASSAR COLA NO CABEDAL (Manual)	0,779	0,963		
8 ABASTECER FORNO (Manual)	0,160	0,197	1,00	1
9 RETIRAR DO FORNO/APONTAR E PRENSAR (Manual)	0,679	0,839	1,00	
10 SACAR DA FORMA (Manual)	0,339	0,420		
11 TIRAR COLA (Manual)	0,100	0,123	1,00	1
12 JOGAR APRESTO (Manual)	0,399	0,494	1,00	
13 PASSAR ATACADOR (Manual)	0,958	1,185		
14 REVISAR (Manual)	0,150	0,185	1,00	2
15 FAZER BUCHA (Manual)	0,339	0,420	2,00	
16 FAZER CAIXAS INDIVIDUAIS (Manual)	0,333	0,411		
17 COLOCAR ETIQUETA NA CAIXA (Manual)	0,055	0,068		
18 COLOCAR SEDA E SAPATO NA CAIXA (Manual)	0,228	0,281		
19 LEVAR PARA CAIXAS COLETIVAS (Manual)	0,057	0,070		
TOTAL	6,113	7,557	11,00	8,00

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Como se observa, houve uma redução de operadores, de 11 para 8, porque no balanceamento atual havia muita ociosidade entre os trabalhadores,

principalmente na atividade de revisão, onde seria necessário menos de 20% de um funcionário, pois havia 1 exclusivamente para essa função, ficando assim 80% do tempo parado.

As atividades de retirar do forno/apontar e prensar e passar atacador foram deixadas exclusivas para 1 operador cada por se tratar de duas atividades complicadas, uma o operador tem que dar a volta em um forno grande e a outra é o gargalo do setor, respectivamente.

Outra decisão, foi colocar 2 operadores para fazer as atividades de revisar até levar para caixas coletivas, porém para realizar essas etapas é necessário apenas 1,44 operador. Portanto em 23% do tempo eles estariam ociosos, então nesse intervalo, ajudariam na atividade de passar atacador, o gargalo do setor.

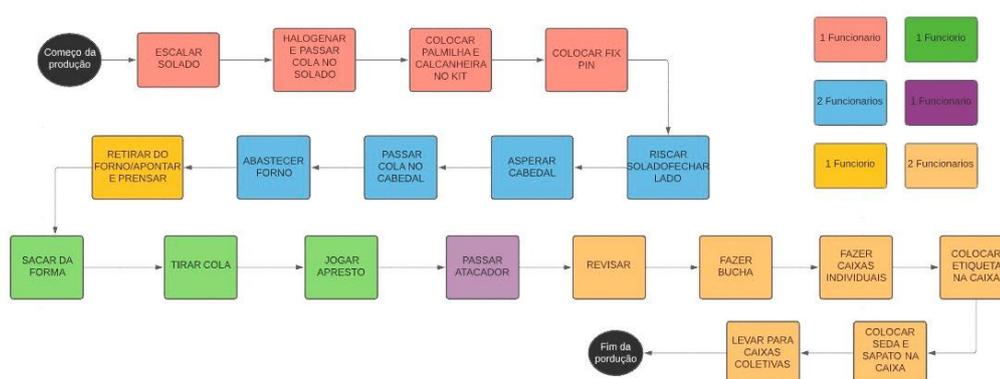
Os novos balanceamentos podem ser vistos nos Fluxogramas 3 e 4.

Fluxograma 3 – Fluxograma do setor de montagem



Fonte: Os autores, 2021.

Fluxograma 4 – Fluxograma do setor de acabamento



Fonte: Os autores, 2021.

Conforme os Fluxogramas 3 e 4, percebe-se que no setor de montagem só houve uma reorganização dos operadores e no de acabamento diminuiu-se 3 funcionários.

4 Resultados e discussão

O takt time é obtido através da fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ produção}{Demanda\ do\ cliente}$$

Em vista disso, o takt time observado é de 0,776 min/par em ambos os setores, ou seja, a cada 0,776 minutos deve-se produzir um par, para atingir a produção diária estabelecida de 680 pares em um turno de 8,8 horas/dia. Como mostrado na Tabela 11.

Tabela 11 – Takt time

TAKT TIME min/par
0,776

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Conforme revisão da literatura, a produtividade parcial da mão-de-obra é calculada a partir da expressão:

$$Produtividade\ parcial\ da\ mão\ de\ obra = \frac{Output}{Input\ da\ mão\ de\ obra}$$

Para o dimensionamento da produtividade da mão de obra, foi a resultante da demanda estabelecida de 680 pares dividido pela quantidade de trabalhadores vezes hora trabalhada. Como percebe-se nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Produtividade do setor de montagem

OUTPUT (pares/dia)
680
INPUT (H.h/dia)
35,20
PRODUTIVIDADE PARCIAL DA MÃO DE OBRA (pares/H.h)
19,318

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

A Tabela 13 apresenta a produtividade parcial da mão de obra no setor de acabamento da empresa.

Tabela 13 – Produtividade do setor de acabamento

OUTPUT (pares/dia)
680
INPUT (H.h/dia)
70,40
PRODUTIVIDADE PARCIAL DA MÃO DE OBRA (pares/H.h)
9,659

Fonte: Adaptado da empresa, 2021.

Por esse motivo, a produtividade parcial da mão de obra do setor de montagem foi de 19,318 par/H*h e do setor de acabamento foi de 9,659 par/H*h, ou seja, a cada uma hora trabalhada, cada operador produz 19,318 e 9,659 pares de sapatos, respectivamente.

Vale lembrar que a produtividade calculada antes do novo balanceamento, com demanda de 550 pares, foi de 15,625 par/H*h e 5,682 par/H*h para os setores de montagem e acabamento, respectivamente.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os resultados observados nos gráficos do índice de ociosidade, no de produção e no de produtividade parcial da mão de obra.

Figura 1 – Gráfico de ociosidade.



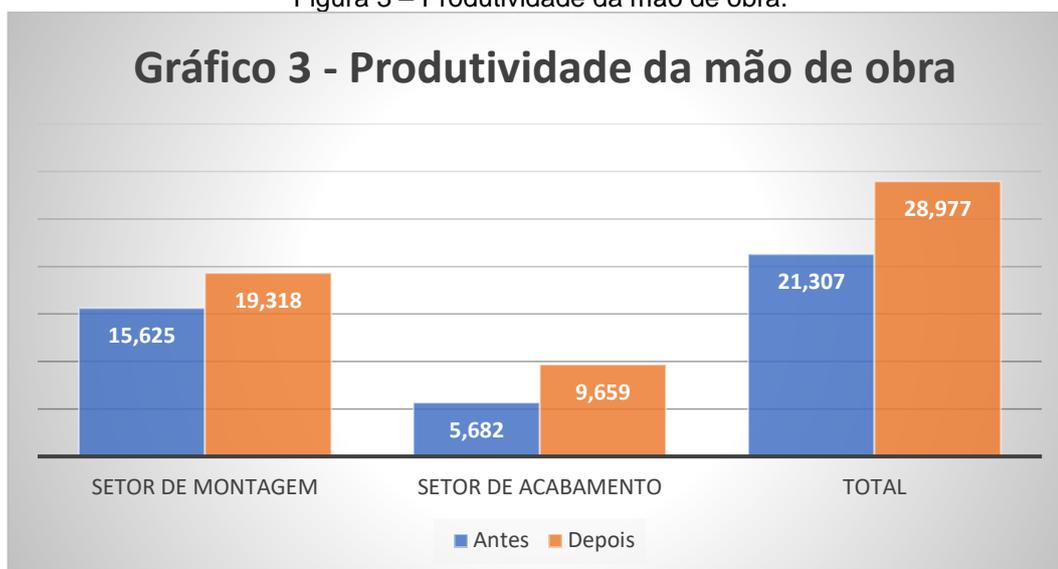
Fonte: Os autores, 2021.

Figura 2 – Produção.



Fonte: Os autores, 2021.

Figura 3 – Produtividade da mão de obra.



Fonte: Os autores, 2021.

A Figura 1 apresenta que a ociosidade diminuiu em aproximadamente 86,4%. A produção apresentada na Figura 2 mostra uma melhoria de aproximadamente 23,6% e a produtividade parcial da mão de obra aumentou em 36% com relação aos setores de montagem e acabamento da indústria de calçados.

Considerações finais

Partindo da análise das planilhas e estudo realizado, pode-se afirmar que os resultados são promissores nos dois setores.

No setor de montagem foi observado que antes da determinação da produção diária da empresa para 680 pares, não eram necessários 4 operadores e sim 3 para produção de 550 pares. Portanto, após delineado o novo processo de metas, os quatro funcionários foram mantidos, porém apenas realocados para evitar períodos inativos de trabalho. Fazendo com que diminua de 1,061 para 0,366 operadores ociosos.

Já no setor de acabamento, notou-se uma melhora significativa na quantidade operadores inativos, pois o número de operadores ociosos caiu de 4,887 para 0,443. Permitindo a redistribuição de 3 funcionários para outros setores da fábrica. Portanto, com o novo balanceamento, teve uma melhora de 65,5% e 90,94% na ociosidade da linha de produção nos setores de montagem e acabamento, respectivamente.

Em vista disso, com o novo balanceamento o aumento da produção diária da empresa foi de 23,64%, sem necessidade de contratar novos funcionários, além de conseguir um melhor aproveitamento e dispor de 3 colaboradores para alocá-los em outro setor.

Para tanto, treinar e habilitar os funcionários da fábrica é imprescindível para o sucesso de cumprimento das novas etapas de balanceamento das linhas.

Referências

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Blucher, 1977.

SILVA, Ana Laura de Souza et al. **Análise e padronização de tempos e métodos: estudo de caso em uma indústria calçadista**. *Create-Revista das Engenharias*, v. 3, n. 1, 2020. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/create/article/view/2025/1414>>. Acesso em 12.jun.2021

FELIPPE, Adélia Denísia et al. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. **IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Anais SEGet**, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Edson-Teixeira-5/publication/262220465_Analise_descritiva_do_estudo_de_tempos_e_metodos_um_a_aplicacao_no_setor_de_embaladeira_de_uma_industria_textil/links/00b4953710dc972869000000/Analise-descritiva-do-estudo-de-tempos-e-metodos-uma-aplicacao-no-setor-de-embaladeira-de-uma-industria-textil.pdf>. Acesso em: 22.mai.2021.

FRAZIER, G.; GAITHER, N. **Administração da produção e operações**. 8ª ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

OLIVEIRA, Isaac Messias Diniz et al. **Balanceamento de linha e arranjo físico**: estudo de caso em uma linha de produção de cabines para máquinas de construção. **Exacta**, v. 15, n. 1, p. 101-110, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/6697/3410>>. Acesso em 12.jun.2021.

PENA, Débora Corrêa et al. Estudo de tempos e método no setor de envase de uma indústria de produtos para higiene oral. **Revista Produção Industrial e Serviços**, v. 3, n. 2, p. 26-37, 2016. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev_prod/article/view/52356/pdf>. Acesso em 22.mai.2021.

RIGON, Giancarlo Dal Pupo. **Gargalos de produção**: estudo de caso na JBS Alves unidade de Passo Fundo/RS. 2015. Disponível em: <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/440/1/PF2014Giancarlo_Dal_Pupo_Rigon.pdf>. Acesso em 12.jun.2021.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

VILELA, Flávio Fraga; BORGES, Eduardo Ribeiro; LOPES, Jefferson Vilas Boas. A IMPORTÂNCIA DO TEMPO PADRÃO PARA OS SISTEMAS PRODUTIVOS. In: **ANAIS DO III & IV CONGRESSO CIENTÍFICO DA PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ 2014/2015**. p. 148. Disponível em: <http://www.univas.edu.br/docs/biblioteca/Ebook_IIIeIVCongressoCientificoProducao_2014e2015.pdf#page=148>. Acesso em 22.mai.2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre, Brasil: Bookman, 2005.