

Análise de tempos e métodos para balanceamento de linha de um restaurante universitário de uma universidade federal da região sul do Brasil

Rodrigo Salvador (UTFPR) salvador.rodrigors@gmail.com

Bárbara C. T. Kuchiniski (UTFPR) bahturra@hotmail.com

Jessica Y. S. Pozzobon (UTFPR) je_pozzobon@hotmail.com

Yslene R. Kachba (UTFPR) yslener@utfpr.edu.br

Antonio Carlos de Francisco (UTFPR) acfrancisco@utfpr.edu.br

Resumo:

O estudo de tempos e métodos e o balanceamento das atividades produtivas são de extrema valia para que determinadas tarefas sejam realizadas de forma eficiente, buscando métodos que facilitem suas resoluções e sejam feitas no menor tempo possível, sem comprometer a qualidade dos resultados. Na análise realizada no presente estudo, em um restaurante universitário, foram determinadas as atividades realizadas e as não-conformidades. Assim, o presente estudo objetivou a identificação dos tempos necessários para realização de cada uma das atividades e os descompassos entre as mesmas, de modo a propor o balanceamento de linha das atividades. Por meio de simulação foi identificado que as atividades produtivas apresentavam desbalanceamento e havia necessidade da implantação de 1 novo posto de trabalho na atividade “servir proteína”, de modo que as atividades pudessem ser desenvolvidas de forma satisfatória, sem espera.

Palavras chave: Balanceamento de linha, Estudo de Tempos e Métodos, Simulação.

Time and motion analysis for line balancing of a university restaurant of a federal university in southern Brazil

Abstract

Time and motion studies and the balancing of production activities are of extreme value for certain tasks to be efficiently carried out, seeking methods to facilitate its solutions and to be made in the shortest time possible without compromising the quality of the results. In the analysis performed in the present study, in a university restaurant, the activities and non-conformities were determined. This study, therefore, aimed to measure each activity's time and any mismatches between those in order to propose the line balancing of such system of activities. By means of simulation, it was identified that the productive activities were unbalanced and it was necessary to implement one new job station for the "serve protein" activity, so that the activities could be developed satisfactorily, with no waiting.

Key-words: Line Balancing, Time and Motion Study, Simulation.

1. Introdução

As características do trabalho, o modo como é planejado e distribuído, têm influência direta nos resultados do processo produtivo. As características laborais devem ser levadas em conta desde o planejamento do processo e durante a realização do mesmo, atentando sempre para potenciais melhorias (ver MARTIGNAGO, BATTAIA e BATTINI, 2017). O uso do estudo de tempos e movimentos de forma conjunta leva a um alto potencial de melhoria nos processos produtivos,

uma vez que, assim, são consideradas as duas principais características do trabalho: o modo como é realizado (movimentos), que ditará o esforço a ser dispendido pelo executor, e quanto tempo a execução da atividade pelo modo padrão levará (tempo) (BARNES, 1977).

Tais abordagens são de grande valia tanto no setor industrial quanto de serviços, o qual inclui, ainda, processos manuais e que são dependentes de eficiência de movimentos e tempos. Tendo isso em vista, um dos serviços de participação significativa na economia é o alimentício (GORTE et al., 2014), em função da importância do produto da atividade e ao atual ritmo de vida que a população apresenta e atividades domésticas. Sendo de grande significância atual, apresentando crescimento constante, é necessário atentar para as características deste tipo de trabalho, visto que ele ocupa razoável parte da população de trabalhadores, em qualquer lugar do globo.

Visto isso, o presente estudo objetiva realizar uma análise do serviço de atendimento (*self-service* parcial) de um Restaurante Universitário de uma Universidade Federal da região sul do Brasil, de modo a identificar as demandas latentes de melhoria e conduzir um balanceamento de linha dadas as características do processo. Para tal, é apresentada, a seguir, a fundamentação teórica utilizada para condução da análise presente neste estudo (2), na sequência, um breve contexto a respeito do estabelecimento foco do estudo é fornecido (3), seguido dos métodos empregados (4) e exposição da problemática considerada (5). A partir dos resultados são propostas melhorias para o sistema considerado (6) e então traçadas as considerações finais acerca do estudo (7). Por fim são fornecidas as referências utilizadas.

2. Fundamentação teórica

2.1. Contexto geral

O estudo de tempos e métodos começou a ser realizado por volta de 1900 por Frederick Winslow Taylor, que estudava os tempos e o casal Gilbreth que estudava os movimentos. Com a união de ambos, houve o surgimento do estudo de tempos e métodos, que é utilizado atualmente para estudar as tarefas e os postos de trabalho, visando a aplicação do método que seja mais adequado ao processo produtivo e ao trabalhador. Com o intuito de eliminar atividades desnecessárias, possui como objetivo padronizar as operações e os métodos a serem utilizados, determinar o tempo que o trabalhador com maior qualificação leva para executar a tarefa pré-estabelecida e, a partir da análise dos itens anteriores, treinar o funcionário para o procedimento escolhido (MUNIZ, 2011).

Para a aplicação do estudo, são utilizados diferentes equipamentos, tais como cronômetros, filmadoras, folhas de observação, nas quais serão anotadas informações como o tempo que o operador demora a realizar a tarefa e os materiais e procedimentos adotados (BONATTO e KOVALESKI, 2013). Além disso, é possível a divisão do estudo em dois tópicos diferentes: estudo dos métodos, que envolve a observação e escolha da melhor maneira para executar a tarefa, e estudo dos tempos, o qual se refere à definição do tempo-padrão para a realização de um serviço (MUNIZ, 2011).

2.2. Origem dos estudos de tempos

O pioneiro em estudos de tempos foi Frederick W. Taylor, por meio da observação e cronometragem das tarefas com a intenção de encontrar a melhor maneira de realizá-las e o tempo que os trabalhadores levavam para finalizá-las (BARNES, 1977).

O método criado por Taylor não focava apenas em “pegar no pé” dos funcionários, mas tinha

como princípio buscar a distribuição de bonificações aos empregados que tivessem os melhores resultados, trazendo uma maior produtividade para a empresa. Além disso, ele resolveu criar diferentes níveis hierárquicos, distribuindo funções para diferentes grupos, tais como analisar e controlar a produção, ficando a cargo da gerência (CARLOS, 2007). As fábricas passaram a ter altos níveis de produção, pela redução do tempo ocioso e Taylor passou a ser considerado um “guru” na administração de empresas. Em suma, estudos de tempos têm a preocupação de encontrar um adequado tempo de performance para tarefas repetitivas que incluem elementos seguindo a mesma sequência em ciclos determinados (BEDNY, BEDNY AND KARWOWSKI, 2019). As aplicações de ações de melhoria neste aspecto podem ser melhor aproveitadas se aplicadas de forma conjunta com a melhor combinação de movimentos.

2.3. Origem dos estudos de movimentos

O casal Gilbreth publicou um livro conhecido como *Fatigue Study*, no ano de 1916, que trata do estudo de movimentos. Eles descrevem ter alegria como objetivo principal da vida, e que com a eliminação da fadiga e dos desperdícios é possível ter um aumento no tempo de felicidade, mesmo que o trabalhador tenha falhado em seus objetivos, ou seja, o foco é o aumento da qualidade de vida do funcionário (CARVALHO, 2003).

A partir da análise dos métodos utilizados previamente por Taylor, Frank e Lilian passaram a desenvolver o estudo de tempos e movimentos, o que ocasionou na melhoria da eficiência nas fábricas, uma vez que ações desnecessárias eram eliminadas. Com a criação e implementação de novas técnicas, conseguiram diminuir o desperdício de tempo e criar padrões para realização das tarefas e assim aumentar a produtividade. Visando reduzir a fadiga, eles buscaram realizar o rearranjo do posto de trabalho, bem como a diminuição da quantidade de horas de trabalho e o aumento dos dias de descanso (PAULA, 2010). A harmonização de tempos e movimentos pode ser utilizada para planejar a sequência adequada de trabalho em uma linha de produção, auxiliando em um correto balanceamento das atividades.

2.4. Balanceamento de linha

Uma linha de produção, segundo Gomes (2008) é formada por uma sequência de postos de trabalho, dependentes entre si, cada qual com suas funções bem definidas. Os postos de trabalho são os espaços ocupados pelos funcionários, que determinam o número de funcionários para realização de executar a tarefa que lhes cabe, estando conforme os estudos de tempos realizados (ROCHA, 2015). O balanceamento de linha consiste em distribuir e nivelar o tempo total das operações na relação tempo-homem-máquina, para as pessoas em seus respectivos postos de trabalho (GIGLIO et al., 2017), sendo necessário ajustar às necessidades da demanda, segundo Rocha (2015), que maximiza a utilização dos seus postos, buscando unificar o tempo unitário de execução de cada processo.

Se o tempo, de cada um dos postos, gasto para fazer um produto é o mesmo, o balanceamento não apresenta problemas. Porém, quando os tempos são diferentes, é necessária a realização de estudos adicionais (GOMES, 2008). O balanceamento de linha em uma linha de montagem, segundo Rocha (2015), possui uma série de partes do trabalho e cada parte possui um intervalo de tempo uniforme chamado de tempo de ciclo das operações. Depois, se realiza um balanceamento de linha em que este tempo de ciclo expressa o intervalo e a frequência de tempo em que um ou mais produtos são produzidos.

3. Contextualização do estabelecimento do estudo

O estabelecimento estudado é um restaurante universitário (RU) de um dos *campi* de uma

universidade federal da região sul do Brasil. A empresa terceirizada prestadora do serviço de alimentação recebeu o direito de atendimento pelo processo de licitação realizado em edital próprio. O horário de funcionamento do RU de segunda a sexta-feira durante o almoço é das 11:00h às 13:45h e, durante o jantar das 17:30h às 20:00h. O estudo aqui realizado, contudo, concentra-se no horário de atendimento do almoço, visto que é o intervalo de maior concentração de clientes.

4. Métodos

Para a realização do balanço de linha do estabelecimento foram tomadas 6 vezes o tempo de realização de cada atividade de forma separada, então determinou-se o número necessário de cronometragens a serem realizadas de acordo com o nível de significância e o erro máximo desejado, a partir destes foram tomados os tempos de acordo com o número de cronometragens indicado no cálculo anterior e a partir destas tomadas de tempo realizadas as médias de tempo para cada atividade. Na sequência foi determinado o Tempo Normal, dada a velocidade do operador e, a partir deste o Tempo Padrão, de acordo com o Fator de Tolerância (o qual considera as permissões dadas aos funcionários durante a jornada de trabalho) para cada atividade. Com isto, somando os Tempos Padrões de cada uma das atividades obteve-se o Tempo Padrão Total para o conjunto de atividades que compõem o serviço de atendimento do restaurante.

Na sequência, foi determinado o Tempo de Ciclo para o conjunto de operações, considerando a demanda do estabelecimento e o tempo de operação, possibilitando a determinação do ritmo necessário para atender toda a demanda em tempo hábil. Com ambos em mãos, foi realizada simulação das operações no *software* FlexSim versão acadêmica, de modo a realizar o balanceamento das operações e verificar as possibilidades de melhorias.

5. Apresentação da problemática

5.1. Descrição das atividades e identificação de não-conformidades

É normal ter a capacidade produtiva limitada pelos gargalos que são os postos de serviços (DOILE, 2010). O problema analisado são as filas ocorridas no almoço do Restaurante Universitário e sua não conformidade, analisando como ocorre o funcionamento do serviço, o fluxo dos clientes e dos funcionários, a fila ocasionada e a grande demanda em horários de pico, surgindo a necessidade de realizar um balanceamento de linha. A Tabela 1 mostra as origens e destinos das filas/processos no sistema de atendimento.

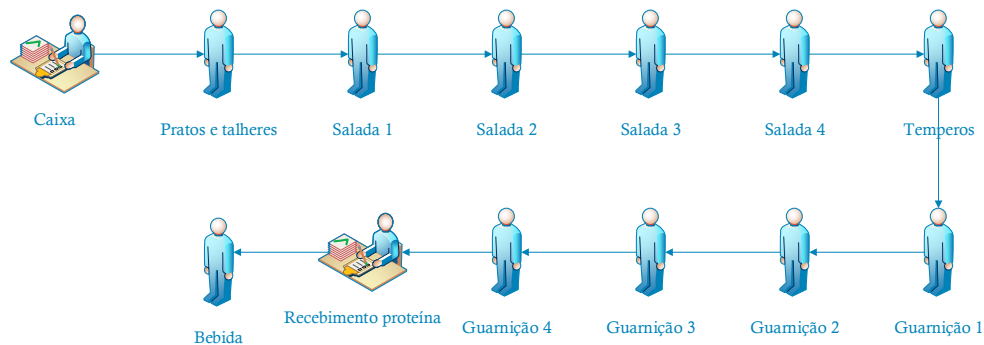
Tabela 1 - Origens e destinos das filas do sistema

Fila	Origem	Destino
1	Caixa	Pratos e talheres
2	Pratos e talheres	Salada 1
3	Salada 1	Salada 2
4	Salada 2	Salada 3
5	Salada 3	Salada 4
6	Salada 4	Temperos
7	Temperos	Guarnição 1
8	Guarnição 1	Guarnição 2
9	Guarnição 2	Guarnição 3
10	Guarnição 3	Guarnição 4
11	Guarnição 4	Carne
12	Carne	Suco

5.1.1. Fluxo de atividades

A disposição física do local é dada na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo de atividades



A figura representa o fluxo e a natureza da atividade, apresentando uma bancada de trabalho se há um funcionário realizando a operação e apenas o usuário, se a operação é realizada pelo próprio cliente.

5.1.2. Determinação do tempo-padrão

Inicialmente coletou-se, para cada atividade, arbitrariamente, 6 vezes o tempo de realização da operação, para posterior cálculo do número necessário de cronometragens de acordo com os parâmetros (tais como nível de confiança e erro) estabelecidos pela equipe.

Para cálculo do número necessário de cronometragens (n), definiu-se um intervalo de confiança de 95% ($z=1,96$) e um erro máximo de 10% ($Er=0,1$). Assim, tem-se:

$$n = \left(\frac{z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde,

z = coeficiente da distribuição normal para a probabilidade determinada

R = amplitude da amostra (conjunto de tempos tomados anteriormente)

Er = Erro máximo

d_2 = coeficiente dado em função do número de cronometragens tomadas anteriormente, sendo $d_2(6) = 2,534$

$\bar{x}$ = média da amostra (conjunto de tempos tomados anteriormente)

Com isto, foram obtidos diferentes números necessários para a cronometragem das diferentes atividades (n), como mostrado na Tabela 2.

Após isto, foi realizada nova etapa de cronometragens, sendo o número de cronometragens para cada etapa regido pelo valor constante na Tabela 2, acima. Obteve-se, então, os valores mostrados no Apêndice 2.

A partir dos tempos mostrados no Apêndice 2, foi calculada a média aritmética dos tempos para cada atividade, obtendo-se o tempo calculado (TC) para as mesmas, conforme a Tabela 3.

Tabela 2 – *n* determinados para cada atividade

OPERAÇÃO	<i>n</i>
Caixa	4
Pratos e talheres	4
Salada 1	6
Salada 2	6
Salada 3	4
Salada 4	6
Temperos	5
Guarnição 1	6
Guarnição 2	6
Guarnição 3	6
Guarnição 4	4
Proteína	2
Suco	4

Tabela 3 – *TC*s determinados para cada atividade

OPERAÇÃO	<i>TC</i> (s)
Caixa	6,71
Pratos e talheres	4,56
Salada 1	5,14
Salada 2	5,70
Salada 3	5,56
Salada 4	5,39
Temperos	5,51
Guarnição 1	5,34
Guarnição 2	5,39
Guarnição 3	5,79
Guarnição 4	5,24
Proteína	13,9
Suco	14,9

Com a determinação do *TC* foi possível determinar o Tempo Normal (*TN*) de cada operação, utilizando a velocidade do operador.

$$TN = TC \times V \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde,

TC = Tempo calculado

TN = Tempo Normal

V = velocidade do operador

Para a velocidade do operador, considerou-se 100% para ambas, as atividades realizadas pelos funcionários do estabelecimento e as atividades realizadas pelos clientes, visto que os funcionários já são devidamente treinados e realizam tais atividades há tempo suficiente para desempenhá-las de forma considerada eficiente, e os clientes as realizam de maneira que lhes é conveniente, não havendo possibilidade de incentivá-los a aumentar a velocidade e eficiência

nas condições atuais do estabelecimento.

Os tempos normais (TN) para cada atividade são dados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 – TN s determinados para cada atividade

OPERAÇÃO	TN (s)
Caixa	6,63
Pratos e talheres	4,38
Salada 1	5,14
Salada 2	5,70
Salada 3	4,90
Salada 4	5,39
Temperos	5,59
Guarnição 1	5,34
Guarnição 2	5,39
Guarnição 3	5,79
Guarnição 4	4,97
Proteína	13,99
Suco	15,01

A última etapa necessária para a determinação do Tempo-Padrão (TP) de uma atividade é realizar o produto entre o Tempo Normal (TN) e o Fator de Tolerância (FT).

$$TP = TN \times FT \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde o fator de tolerância (FT) representa as permissões dadas aos funcionários durante a jornada de trabalho, o que justifica a utilização de menos de 100% da jornada na realização de atividades produtivas. FT é dado por:

$$FT = \frac{1}{(1-p)} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde,

p = tempo cedido às permissões de afastamento durante a jornada de trabalho

Considerando que é dado aos funcionários do estabelecimento 30 minutos para almoço e 30 minutos para pequenas pausas e idas ao banheiro, resultando em 60 minutos durante uma jornada de 8 horas, representando 12,5% (0,125 em termos relativos) da mesma. Portanto, tem-se:

$$p = 0.125$$

$$FT = 1.15$$

Para as atividades realizadas pelo próprio cliente considerou-se FT igual a 1 visto que não é necessário considerar pausas durante a jornada. Assim, obteve-se os Tempos Padrão, conforme evidenciados na Tabela 5.

Tabela 5 – Tempos Padrão (TP) para cada atividade

OPERAÇÃO	TP (s)
Caixa	7,57
Pratos e talheres	4,38
Salada 1	5,14
Salada 2	5,70
Salada 3	4,90
Salada 4	5,39
Temperos	5,59
Guarnição 1	5,34
Guarnição 2	5,39
Guarnição 3	5,79
Guarnição 4	4,97
Proteína	15,99
Suco	15,01

Em posse dos Tempos Padrão de cada atividade foi determinado o Tempo Padrão Total (TP_t) do processo (atividades 1 a 13).

$$T_t = \sum_{i=1}^a TP_i \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde,

a = número de atividades, sendo $a = 13$

TP_i = Tempo Padrão para a atividade i

Assim, tem-se $TP_t = 89,10s$.

Assim, é possível observar que apenas as atividades Caixa (1) e Recebimento de Proteína (12) são realizadas por funcionários do estabelecimento, enquanto as outras atividades (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 13) são realizadas pelo próprio cliente.

5.1.3. Determinação do tempo de ciclo

Para determinar o Tempo de Ciclo é necessário saber a demanda do estabelecimento e o tempo de operação do mesmo, podendo, assim, estabelecer o número necessário de refeições a serem servidas no período de operação de modo a atender a demanda.

Tendo conhecimento de que a demanda média ($\bar{D}$) por intervalo de operação (levando em consideração o período do almoço, das 11:00h às 13:30h) é igual a 700 refeições, é possível determinar o Tempo de Ciclo (TC) por:

$$TC = \frac{\bar{D}}{T_t} \quad (\text{Eq. 6})$$

Assim, tem-se

$$TC = 7,68s$$

Isto significa que, com a configuração atual, para atender à população de clientes em tempo hábil durante o intervalo de operação é necessário que a cada 7,68 segundos um cliente tenha finalizado a operação de servir e saído do sistema.

6. Análise do sistema e propostas de melhorias

Realizando simulação da operação do sistema estudado, com auxílio do software FlexSim versão acadêmica, pode-se observar o comportamento do sistema, facilitando a tomada de decisão no balanceamento do mesmo.

Pode-se verificar que a operação “Proteína”, onde os clientes optam por receber a carne do cardápio do dia ou ovos, cujo posto é operado por um dos funcionários do estabelecimento, é a operação que causa a geração de filas no sistema, por ser a operação mais longa do processo, como pode ser observado na Tabela 5 (ver item 5.1.2).

Para tanto, utilizou-se da simulação para construir 2 novos cenários, na busca do aumento do Tempo de Ciclo e consequente redução do tempo de espera. Analisa-se, também, a eficiência do sistema.

Os cenários considerados foram:

- Cenário Original (Atual)
 - 1 posto “Caixa” com 1 operador
 - 1 posto “Proteína” com 1 operador
- Cenário 1
 - 1 posto “Caixa” com 1 operador
 - 2 postos “Proteína” com 1 operador em cada posto
- Cenário 2
 - 1 posto “Caixa” com 1 operador
 - 3 postos “Proteína” com 1 operador em cada posto

6.1. Determinação do número de operadores e eficiência

O Tempo necessário para a realização da operação e consequentemente o Tempo de Ciclo são dependentes do número de operadores presentes em cada operação do sistema.

O número teórico de operadores (NT) é determinado por:

$$NT = \frac{TP_i}{TC} \quad (\text{Eq. 7})$$

Neste caso, como apenas as atividades “Caixa” e “Proteína” são desenvolvidas por funcionários do estabelecimento, apenas para estas atividades o número de operadores é determinado.

Em seguida, por simulação, o número real de operadores (NR) é determinado pelo número inteiro mínimo de operadores necessários em cada posto desde que o tempo de cada operação seja menor ou igual ao TC. Os números de operadores são dados na Tabela 6.

Tabela 6 – Número de Operadores

		Cenário Original	Cenário 1	Cenário 2
Posto	TC (s)	7,68	8,42	8,70
Proteína	Nº Operadores (Teórico) (s)	2,08	0,95	0,61
	Nº Operadores (Real) (s)	3,00	1,00	1,00
Caixa	Nº Operadores (Teórico) (s)	0,99	0,90	0,87
	Nº Operadores (Real) (s)	1,00	1,00	1,00

Nota-se, portanto, que o posto Proteína necessitaria de 3 operadores de modo a atender toda a demanda do período de operação prevenindo a formação de filas, no Cenário Original (atual). No caso do Cenário 1, seria necessário apenas 1 operador em cada posto, assim como no Cenário 2. O posto Caixa necessita de apenas 1 operador em qualquer dos cenários considerados.

Após a realização do balanceamento e com o Número de Operadores (Teórico e Real) é possível determinar a Eficiência (E) do balanceamento para cada posto de trabalho i , dada por:

$$E_i = \frac{NT_i}{NR_i} \quad (\text{Eq. 8})$$

Assim, tem-se a Eficiência dos dois postos de trabalho operados por funcionários do estabelecimento, Caixa e Proteína, como mostrado na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Eficiência dos Postos de Trabalho

		Cenário Original	Cenário 1	Cenário 2
Eficiência	Proteína	0,69	0,95	0,61
	Caixa	0,99	0,90	0,87

A descoberta da eficiência é de extrema valia na tomada de decisão, auxiliando na avaliação das características do posto. É possível observar que no Cenário Original o posto Proteína apresenta uma Eficiência de apenas 69%, devido à sobrecarga do sistema. Contudo, no Cenário 3, o mesmo posto apresenta uma Eficiência ainda menor, de 61%, devido à ociosidade do operador, evidenciando a ausência da necessidade de 3 postos Proteína com 1 operador cada, totalizando 3 operadores realizando a mesma tarefa. No Cenário 1 é onde encontra-se o melhor nível de eficiência dentre os cenários analisados, de 95%, sendo a situação mais confortável entre as três. Para o posto Caixa, a eficiência apenas diminui com a alteração das características do posto Proteína, dado que conforme o aumento do número de operadores na operação Proteína a ociosidade (ver Tabela 6) do posto Caixa diminui e rapidamente se torna sobrecarregado o que causa a diminuição da eficiência.

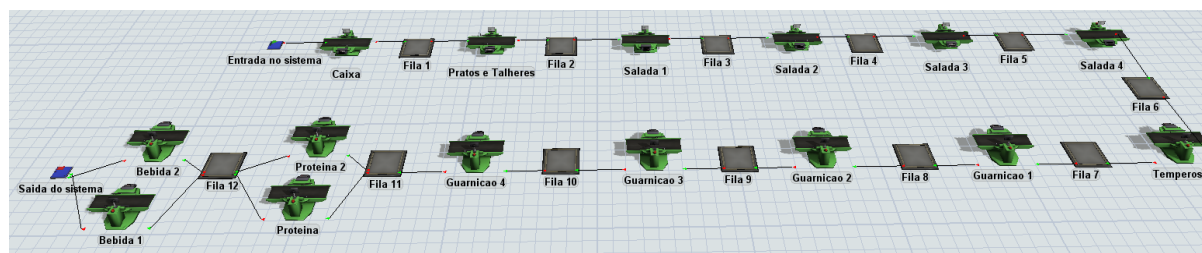
7. Considerações finais

Foram analisados diferentes cenários na busca do balanceamento das atividades de um Restaurante Universitário de um dos campus de uma universidade federal da região sul do Brasil. Dadas as características do sistema e dos cenários de simulação analisados, conclui-se que a melhor configuração para o sistema é a presente no Cenário 2, onde há 3 Postos Proteína e 1 posto Caixa, com um operador em cada, alcançando, assim, o melhor índice de eficiência geral. As demais atividades são desempenhadas pelos próprios clientes, sendo que o estabelecimento oferece um serviço de *self-service* parcial, onde o cliente realiza a operação de servir os alimentos no próprio prato, exceto pela operação de “servir proteína”, realizada por funcionário do estabelecimento. O objetivo do estudo foi alcançado, realizando de forma satisfatória o balanceamento das atividades do estabelecimento e determinando a melhor configuração para o sistema em estudo.

Referências

- BARNES, R. M.** *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho*. 6.ed. São Paulo: Edgard Blüchen, 1977, p.8-313
- BEDNI, G., BEDNY, I., KARWOWSKI, W.** *Time Study in Ergonomics and Psychology*. Ayaz H., Mazur L. (eds) *Advances in Neuroergonomics and Cognitive Engineering*. AHFE 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 775. Springer, Cham.
- BONATTO, F.; KOVALESKI, J. L.** *Estudo de Tempos e Métodos para a elaboração de folha de Processos no Setor de Montagem de Cadeiras*. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, p.2-13, 08-11 Out . 2013.
- CARLOS, C. S.** *Frederick Winslow Taylor: O senhor do tempo*. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/aventuras-historia/frederick-winslow-taylor-senhor-tempo-435026.shtml>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- CARVALHO, D.** *História da Engenharia e Gestão Industrial*. Disponível em: <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/apontamentos/hist_egi.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.
- GIGLIO, D., PAOLUCCI, M., ROSHANI, A., TONELLI, F.** Multi-manned Assembly Line Balancing Problem with Skilled Workers: A New Mathematical Formulation. *IFAC PapersOnLine* Vol50, n. 1, p.1211-1216 , 2017.
- GOMES, J. E. N., OLIVEIRA, J.L.P., ELIAS, S.J.B., BARRETO. A.F., ARAGÃO, R.L.** Balanceamento de Linha de Montagem na Indústria Automotiva – Um Estudo de Caso. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- GORTE, C. R. ; YOSHIMA, C. H. ; FARIA, L. ; SALVADOR, R. ; PONTES, J..** *Proposta de melhoria no serviço de uma pequena empresa de panificação através da análise da matriz importância- desempenho de Slack na cidade de Ponta Grossa PR*. In: XXXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014, Curitiba. Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil 10, 2014.
- MARTIGNAGO, M., BATTIAIA, O., BATTINI, D.** *Workforce management in manual assembly lines of large products: a case study*. *IFAC PapersOnLine* Vol. 50, n. 1, p. 6906–6911, 2017.
- MUNIZ, J.** *Organização da Produção: Estudo de Tempos e Métodos*, 2011. 20 slides. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~fabricio/material>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- PAULA, A. J. F., SEMENSATO, C.B., SILVA, J.C.P., CARNEIRO, L.P., PASCHOARELLI, L.C.** *Engenheiros precursores da ergonomia e suas contribuições*. *Ingepro – Inovação, Gestão e Produção*, v. 02, n. 04, p. 46-50, abr. 2010.
- ROCHA, D. R.** *Balanceamento de Linha – Um Enfoque Simplificado*. 2015.

APÊNDICE 1 – Modelagem do Processo (Cenário Melhorado) – *software* FlexSim versão acadêmica



APÊNDICE 2 – Modelagem do Processo (Cenário Melhorado) – *software* FlexSim versão acadêmica

OPERAÇÃO	Caixa	Pratos e talheres	Salada 1	Salada 2	Salada 3	Salada 4	Temperos	Guarnição 1	Guarnição 2	Guarnição 3	Guarnição 4	Proteína	Suco
T1 (s)	7,11	3,74	3,86	7,61	5,39	4,07	3,58	6,42	5,63	4,81	4,22	12,26	13,23
T2 (s)	8,38	4,22	4,52	6,48	3,93	5,36	4,96	7,25	4,54	7,59	6,71	15,72	12,37
T3 (s)	4,65	5,38	7,32	5,17	4,47	6,64	5,98	3,41	6,34	5,58	5,24		20,16
T4 (s)	6,37	4,19	6,27	7,39	5,79	7,74	6,31	5,23	4,83	3,38	3,72		14,28
T5 (s)			3,18	4,26		3,72	7,11	6,58	3,55	7,91			
T6 (s)			5,71	3,29		4,79		3,13	7,42	5,46			