

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CRISTIANE TERUMI INAMURA

**OTIMIZAÇÕES DE RECURSOS UTILIZANDO O GRÁFICO DE
BALANCEAMENTO DE OPERADORES**

MARÍLIA

2016

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CRISTIANE TERUMI INAMURA

**OTIMIZAÇÕES DE RECURSOS UTILIZANDO O GRÁFICO DE
BALANCEAMENTO DE OPERADORES**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Ms. Ricardo José Sabatine

MARÍLIA

2016

Inamura, Cristiane Terumi

Otimizações de recursos utilizando o gráfico de balanceamento de operadores / Cristiane Terumi Inamura; orientador: Prof. Ms. Ricardo José Sabatine. Marília, SP: [s.n.], 2016. 72 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)
- Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

1. Balaceamento. 2. Tempos. 3. Coleta. 4. Otimização. I.

CDD: 658.542



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
 Curso de Engenharia de Produção.

Cristiane Terumi Inamura - 51786-0

TÍTULO "Otimizações de Recursos Utilizando o Gráfico de Balanceamento de Operadores. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 10

ORIENTADOR: Ricardo José Sabatine
 Ricardo José Sabatine

1º EXAMINADOR: Rodrigo Fabiano Ravazi
 Rodrigo Fabiano Ravazi

2º EXAMINADOR: Bruno Marques dos Santos
 Bruno Marques dos Santos

Marília, 02 de dezembro de 2016

*À Deus, por me presentear com a vida e estar
comigo em todos os momentos;*

À minha família por me apoiarem;

Aos amigos pelos incentivos dados;

Ao orientador pela crença e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço as manifestações de carinho e apreço, recebidas de todos os colegas da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”. Agradeço a Deus, ao meu pai, a minha mãe e a todos os familiares, tanto os presentes quanto aos que já se foram. Aos amigos e a Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”. Agradeço à empresa na qual realizei o estudo, aos colegas de trabalho e a oportunidade que me foi dada para aprender na prática, os conteúdos vistos teoricamente na faculdade. Um muito obrigada especial para todos os companheiros da sala de aula que durante esses cinco anos, sempre estiveram dispostos a me ajudar. E por fim, muitíssimo obrigada ao orientador professor mestre deste trabalho, agradeço pela paciência, pelo apoio, por toda ajuda, pelos ensinamentos e por sempre ter acreditado em mim.

“Na Engenharia 99% feito é igual a 0. Faça as coisas 100% para que se considere concluídas”.

Ricardo Guidini.

INAMURA, Cristiane Terumi. Otimizações de recursos utilizando o gráfico de balanceamento de operadores. 2016. 72 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

O Gráfico de Balanceamento de Operações é uma ferramenta de Lean utilizada para que seja possível balancear os postos existentes em uma linha de produção. Com o estudo analisado foi perceptível que o GBO é um método realmente eficiente em relação ao balanceamento das atividades de um posto de trabalho. O conteúdo estudado comprovou que com a sua utilização pode-se eliminar os desperdícios que fazem parte de um setor, ajustando assim de melhor maneira as atividades que realmente são importantes. Desse modo é permitido que a redução de colaboradores fosse feita, realocando-os para outros setores, na qual a empresa consegue aumentar a sua demanda sem precisar investir contratando uma nova pessoa, otimizando os recursos que a empresa já possui. O estudo a partir da metodologia dos autores Martins e Laugeni, 2013 passou a agregar maior valor a empresa ABC, que a partir do conteúdo exposto começou a examinar mais cautelosamente seus estudos realizados. Essa mudança fez-se necessária, pois os estudos realizados anteriormente não consideravam fatores de extrema importância, assim como as questões ambientais e a ergonomia dos colaboradores.

Palavras-chave: Balanceamento. Tempos. Coleta. Otimização.

INAMURA, Cristiane Terumi. Otimizações de recursos utilizando o gráfico de balanceamento de operadores. 2016. 72 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

The Operations Balancing Chart is a Lean tool used to allow you to balance the existing stations on a production line. With the study analyzed it was noticeable that the GBO is a really efficient method in relation to the balancing of the activities of a job. The studied content proved that with its use one can eliminate wastes that are part of an industry, thus adjusting in a better way the activities that really are important. In this way, it is allowed to reduce employees, relocating them to other sectors, in which the company can increase its demand without having to invest in hiring a new person, optimizing the resources that the company already has. The study based on the methodology of the authors Martins and Laugeni, 2013 added a greater value to the company ABC, which from the exposed content began to examine their studies more cautiously. This change was necessary, since previous studies did not consider factors of extreme importance, as well as the environmental issues and ergonomics of employees.

Keywords: Balancing. Times. Collect. Optimization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Os 7 Tipos de Desperdícios.....	20
Figura 2 - Takt Time	23
Figura 3 - Expressão para definir número de ciclos	31
Figura 4 - Masseur e escada	35
Figura 5 - Manipulador a vácuo.....	46
Figura 6 - Fluxograma da Linha N - Biscoito 1	52
Figura 7 - Diagrama de Espaguete.....	53
Figura 8 - Diagrama de Espaguete para simulação.....	64
Gráfico 9 - GBO com o simulador e fator de fadiga.....	66
Gráfico 10 - GBO com atividades divididas entre 3 colaboradores	67

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 - Probabilidade	31
Tabela 2 - Numero de cronometragens	32
Tabela 3 - Coleta de dados	37
Tabela 4 - Coleta de dados	38
Tabela 5 - Coleta de dados eletrônica – Operador 1	39
Tabela 6 - Coleta de dados eletrônica – Operador 2.....	40
Tabela 7 - Coleta de dados eletrônica – Operador 3.....	41
Tabela 8 - Coleta de dados eletrônica – Operador 4.....	42
Tabela 9 - Divisão da operação em elementos	54
Tabela 10 - Elementos do operador 1	55
Tabela 11 – Elementos do operador 2.....	56
Tabela 12 – Elementos do operador 3.....	57
Tabela 13 - Elementos do operador 4	58
Tabela 14 - Valores de n, TN e TP - Operador 1.....	59
Tabela 15 – Valores de n, TN e TP - Operador 2.....	60
Tabela 16 - Valores de n, TN e TP - Operador 3.....	60
Tabela 17 - Valores de n - Operador 4.....	61
Gráfico 1 - GBO dos operadores 1 e 2.....	44
Gráfico 2 - GBO dos operadores 3 e 4.....	45
Gráfico 3 - GBO simulado com o manipulador – Operadores 1 e 2	47
Gráfico 4 - GBO simulado com o manipulador – Operadores 3 e 4	48
Gráfico 5 - GBO com redução dos Operadores 1 e 2	49
Gráfico 6 - GBO com redução dos Operadores 3 e 4	49
Gráfico 6 - GBO dos operadores 1 e 2 (método autores).....	62
Gráfico 7 - GBO dos operadores 3 e 4 (método autores).....	63
Gráfico 8 - GBO com o simulador e fator de fadiga.....	65
Gráfico 9 - GBO com o simulador e fator de fadiga.....	66
Gráfico 10 - GBO com atividades divididas entre 3 colaboradores	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT: Just In Time (na hora certa)

GBO: Gráfico de Balanceamento de Operadores

VA: Agrega Valor

NVA: Não Agrega Valor

NVAn: Não Agrega Valor mas é necessário

TM: Tempo Medio

TN: Tempo Normal

TP: Tempo Padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Delimitação do Tema	15
1.2 Objetivo	16
1.3 Objetivos Específicos	16
1.4 Justificativa	16
1.5 Metodologia	17
2 REVISÃO TEÓRICA	17
2.1 Sistema Toyota de Produção	18
2.2 Metodologia Lean	18
2.3 Tipos de Desperdícios	19
2.3.1 Superprodução	20
2.3.2 Transporte	21
2.3.3 Defeitos.....	21
2.3.4 Inventário	21
2.3.5 Movimentação.....	21
2.3.6 Processamento Desnecessário.....	22
2.3.7 Espera	22
2.4 Lead Time.....	22
2.4.1 Takt Time.....	23
2.4.2 Tempo de Ciclo	24
2.5 Estudo de Tempos e de Movimentos de acordo com Barnes (2013).....	24
2.5.1 Etapas para o Balanceamento de Operadores	25
2.5.2 Cronoanálise	26
2.5.3 Coleta de Dados	27
2.6 Balanceamentos da Linha de Produção.....	28
2.7 Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO).....	28
2.8 Ergonomia	29
2.9 Estudo de Tempo de acordo com Martins e Laugeni (2013)	29
2.9.1 Discussão com todos os envolvidos.....	30
2.9.2 Representação gráfica do local de trabalho	30
2.9.3 Divisão da operação em elementos	30

2.9.4 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados	30
2.9.5 Avaliação da velocidade do operador	32
2.9.6 Determinação das tolerâncias e fadiga	32
2.9.7 Determinação do tempo normal e do tempo padrão	33
3 ESTUDO DE CASO	34
3.1 Apresentação da empresa	34
3.2 Apresentação do cenário atual da Masseuria	34
3.3 Aplicação do modelo de Cronoanálise da empresa	36
3.4 Passo a passo para realizar a coleta de dados e o gráfico de balanceamento de operadores.....	36
3.4.1 Verificação das atividades realizadas no setor escolhido e da quantidade de postos existentes	36
3.4.2 Acompanhamento da rotina para a identificação das atividades e divisão dos elementos.....	37
3.4.3 Cronoanálise das atividades.....	38
3.4.4 Registrar os tempos cronometrados na planilha eletrônica e verificar o tempo padrão da atividade	39
3.5.5 Construção do GBO (Gráfico de Balanceamento de Operadores) e Classificação das atividades: VA, NVA, NVAn.....	42
3.5.6 Analisar o GBO e propor melhorias.....	45
3.7 Métodos e equipamentos para o estudo de tempo utilizado por MARTINS e LAUGENI, 2013.....	51
3.7.1 Discussão com todos os envolvidos	51
3.7.2 Representação gráfica do local de trabalho	51
3.7.3 Divisão da operação em elementos	53
3.7.4 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados	54
3.7.5 Avaliação da velocidade do operador	58
3.7.6 Determinação das tolerâncias	59
3.7.7 Determinação do tempo normal e do tempo padrão	59
3.7.8 Construção do GBO com os dados obtidos a partir do método de MARTINS e LAUGENI (2013).....	61
3.7.9 Construção de um novo cenário para simulação do manipulador a vácuo.....	64

4 RESULTADOS	68
4.1 Resultados do método da empresa	68
4.2 Resultados aplicando o método de Martins e Laugeni (2013)	69
4.3 Análise e comparativo dos resultados	70
5 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

Ao analisar o cenário em 2016 de uma empresa do ramo alimentício e sua área de fabricação, foi possível perceber que a produção de seus produtos, possuía uma demanda diferente em relação ao que era solicitado pelo cliente. O fato de possuir uma demanda variável deixa nas empresas, algumas dúvidas a respeito de como realizar a produção da melhor maneira, sem cometer erros, para que os consumidores sejam atendidos conforme estão aguardando.

É comum, quando a demanda de produtos aumenta de maneira inesperada, pensar que a melhor solução para atender esse aumento seja contratar novas mãos-de-obra, pois, com mais colaboradores é possível aumentar a quantidade de produtos finais. Mas, isso não ocorre em uma empresa na qual a produção é realizada por três turnos, durante as vinte e quatro horas de um dia. Para solucionar esses problemas, entram em ação os engenheiros de produção, que serão os responsáveis por estudar o caso e pensar em estratégias viáveis que tornem o aumento de produção possível, sem alterar a quantidade de colaboradores existentes em cada posto de trabalho.

A missão do engenheiro neste caso é estudar o processo como um todo, buscando entender como funciona cada uma dessas etapas e analisar cuidadosamente as atividades que são realizadas em cada posto de trabalho, permitindo assim, desenvolver o melhor método para a realização de cada atividade e distribuir essas atividades de modo justo para todos os colaboradores. Esse estudo mostrará evidências de que utilizando ferramentas da produção enxuta, padronizando as atividades e realizando o balanceamento de operações, uma empresa conseguirá com a mesma quantidade de mão-de-obra, eliminar os desperdícios e então aumentar sua produtividade. Com o aumento da produtividade, a empresa conseguirá atender a maior demanda dos seus clientes e aumentar o seu lucro.

1.1 Delimitação do Tema

O tema do conteúdo estudado foi “Otimizações de Recursos utilizando o Gráfico de Balanceamento de Operadores”, por resumir o conteúdo principal que foi abordado durante a pesquisa realizada em uma indústria do ramo alimentício.

1.2 Objetivo

O presente estudo tem como objetivo avaliar o método utilizado na aplicação das ferramentas Lean, ou seja, da produção enxuta, que foram estudadas durante o curso de engenharia de produção, a fim de alcançar os resultados esperados dentro de uma empresa, sem que a mesma precise aumentar a quantidade de mão de obra, para aumentar sua produtividade. A ferramenta utilizada foi o Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO), que serviu para realizar o balanceamento dos postos e também para propor melhorias analisando as condições ergonômicas dos colaboradores do setor.

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar as oportunidades de melhoria dentro do processo;
- Analisar as atividades dos postos de trabalho, padronizando as atividades, respeitando a ergonomia;
- Realizar o balanceamento de operações de maneira justa;
- Reduzir custos;
- Aumentar a produtividade;
- Eliminar os desperdícios do processo;
- Comparar metodologias: a utilizada na empresa e a esclarecida pelos autores MARTINS e LAUGENI (2013).

1.4 Justificativa

Na formação de um engenheiro de produção, é de extrema importância que o mesmo saiba utilizar as ferramentas baseadas na produção enxuta, que fazem parte da mentalidade Lean. Por se tratar de assuntos que estão sendo cada vez mais usados, pesquisados e implementados nas empresas, a busca em aprofundar os conhecimentos sobre o tema, em relação ao gráfico de balanceamento de operadores foi escolhido para a elaboração deste estudo. O tema foi abordado devido à empresa em questão focar na otimização dos recursos já existentes dentro dela própria.

O conteúdo da pesquisa será exposto de maneira detalhada de como as ferramentas são utilizadas em conjunto, tornando os assuntos de modo didático, para que possam ser consultados por atuais estudantes, futuros engenheiros e demais pessoas que se interessem pelos temas apresentados. Estes que servirão quando o objetivo da empresa for reduzir os custos, eliminar os desperdícios, manter a ergonomia dos colaboradores e aumentar sua lucratividade.

1.5 Metodologia

O estudo apresentado foi desenvolvido a partir dos conteúdos que foram adquiridos nas aulas ministradas do curso de engenharia de produção e aprofundados em artigos de especialistas nos assuntos e em livros relacionados à mentalidade Lean e ao sistema de produção enxuta para então, serem aplicados em um estudo de caso.

Para obter sucesso na aplicação do estudo, todo conhecimento obtido foi aplicado em uma linha de produção, onde foi feito o acompanhamento das atividades dos colaboradores, coletando todos os dados e informações que foram necessários, assim todo o conteúdo foi analisado e as melhorias foram propostas para serem realizadas no processo, esperando que o resultado fosse obtido.

1.6 Estrutura do Trabalho

O trabalho será apresentado com uma seleção de revisão teórica que fez parte de todo o estudo realizado e que é necessário o conhecimento para a aplicação da ferramenta escolhida, o Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO). De modo simples, cada um dos tópicos explicará sucintamente o assunto abordado e então, seguirá para o estudo de caso.

O estudo de caso foi realizado a partir de dois estudos, um utilizando o estudo a partir do método que a indústria utiliza e o outro a partir da metodologia que é explicada pelos autores MARTINS e LAUGENI (2013). Seguindo o acompanhamento de ambos os estudos e do término de cada um deles, será possível analisar os métodos e comparar seus resultados finais, podendo assim, ser avaliado se houve alguma diferença e o quão correto está o método utilizado pela empresa.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção passou a ser desenvolvido no Japão por Taiichi Ohno, após a Segunda Guerra Mundial. Este é um sistema que utiliza a metodologia *Lean Manufacturing*, o *Just In Time* (JIT), a aplicação do método *Kanban* (cartão de disparo) e o *Heijunka* (nivelamento de produção) (OHNO, 2013).

Ohno passou a desenvolver esse sistema após a Segunda Guerra Mundial, devido à crise do petróleo. Então, enquanto as maiorias das empresas trabalhavam com uma produção em grande massa e pequenos modelos de automóveis, a Toyota decidiu desenvolver um método com produção em menor escala e maior variedades de carros, reduzindo os custos. Esse era o objetivo da Toyota e foi assim que ela iniciou o seu próprio sistema, fugindo do tradicional modelo americano de produção (OHNO, 2013).

Na busca pelo sistema ideal de produção, Ohno começou a analisar qual seria a melhor medida que poderia utilizar. Desse modo, seus estudos o mostraram que a eliminação dos desperdícios seria uma grande oportunidade. Estudando seu processo, ele percebeu que seu desperdício era produzir um automóvel e depois o deixar parado em estoque, aguardando que fosse vendido. Então Ohno concluiu que se a produção fosse enxergada de trás para frente, esses desperdícios seriam eliminados e, assim, ele começou o atual sistema “puxado” (OHNO, 2013).

Ao produzir com o sistema “puxado” começaria a partir do consumidor, ou seja, seria produzido somente o automóvel que tivesse sido solicitado pelo cliente, no modelo, na cor e na quantidade que ele desejasse. A produção seria feita a partir do pedido e depois passaria por suas etapas, nas quais a etapa seguinte só realizaria o trabalho para o modelo que seria produzido naquele dia. Assim seria evitado o estoque, eliminando um grande desperdício (OHNO, 2013).

2.2 Metodologia Lean

O Lean Manufacturing é uma metodologia, considerada também uma filosofia, conhecida como manufatura enxuta, que faz parte do Sistema Toyota de Produção.

De acordo com o Lean Institute Brasil (2012):

“Lean é uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. A gestão Lean procura fornecer, consistentemente, valor aos clientes com os custos mais baixos (propósito), através da identificação de melhoria dos fluxos de valor primários, e de suporte (processos), por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa”.

A metodologia Lean é focada na eliminação dos desperdícios, ou seja, em todas as atividades que fazem parte do processo e não agregam valor ao produto final. A eliminação desses desperdícios levará à melhoria contínua da empresa, com o fluxo de produção puxada, buscando a total qualidade dos produtos, àquela que os consumidores esperam ao adquiri-los.

Além de eliminar os desperdícios, o Lean foca na estabilização das linhas de produção e no *lead time* (tempo de espera) da cadeia de valor, ou seja, o tempo de processamento dos produtos, desde quando o cliente solicita um pedido para a empresa, até o produto final ser entregue nas mãos do mesmo para o consumo (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2012).

Essa cadeia inclui todo o processo, partindo do pedido solicitado ao cliente, à compra de matérias primas com os fornecedores, aos processos de máquinas e equipamentos dentro da empresa, recebimento de embalagem, tempo de estoque e comercialização até o consumidor final.

A metodologia da manufatura enxuta diz que todos os desperdícios devem ser eliminados e a produção deve ser realizada somente no que é demandado pelo cliente. Isto porque não se deve perder tempo com atividades que não serão realmente necessárias para um processo futuro, já que, somente será produzido o que já tiver sido vendido. Assim, além de eliminar os desperdícios e reduzir o estoque dos materiais, será possível agregar maior valor ao produto e atender os requisitos que são os valores para o consumidor, satisfazendo suas necessidades (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2012).

2.3 Tipos de Desperdícios

“Desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto na percepção do cliente” (OHNO, 1988). Então os desperdícios são vistos como as atividades que não agregam valor nenhum ao consumidor, são tarefas pelas quais eles não estão dispostos a pagar.

“A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida” (OHNO, 1997).

Na Figura 1 está uma representação dos 7 tipos de desperdícios mencionados por Ohno, que serão apresentados nos tópicos a seguir:

Figura 1 - Os 7 Tipos de Desperdícios



Fonte: http://www.gh.ind.br/IMG/7_desperdicios.png

2.3.1 Superprodução

É realizar a produção em quantidades a mais do que é realmente necessário, ou seja, fazer o que não é preciso, produzindo quando não é necessário, gerando a produção de grandes lotes, pois está sendo produzido um volume maior do que aquele que foi solicitado pelo cliente. Esse desperdício envolve processos desnecessários que vão acabar gerando um estoque do produto, impactando na qualidade de vida dele, além de ser um dinheiro parado. A metodologia Lean tem o objetivo de produzir somente o que é necessário, aquilo que já foi solicitado pelo cliente (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2012).

2.3.2 Transporte

O transporte de materiais é um desperdício que não está agregando valor nenhum ao produto final, porém se torna necessário para que o processo aconteça. Então, se ocorrer excesso de transporte durante esse processo, eles devem ser reduzidos ao máximo. Pois, além de ser um desperdício de tempo, envolve recursos para serem realizados. O Lean busca zerar esse desperdício, adequando melhor o arranjo físico do processo (OHNO, 1988).

2.3.3 Defeitos

Os produtos defeituosos são aqueles que impactam na qualidade do produto, àqueles que os consumidores não estão esperando ao adquirir um produto. O que eles esperam é por um produto perfeito, que satisfaça suas necessidades e desejos. Os produtos defeituosos envolvem desperdícios de materiais, equipamentos, mão de obra e todos os recursos, pois provavelmente eles serão descartados. A mentalidade enxuta foca na eliminação dos defeitos, melhorando todo o processo produtivo, para reduzir as chances de sair produtos defeituosos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2012).

2.3.4 Inventário

O inventário é todo tipo de estoque que ocorre durante o processo, estando dentro ou fora da fábrica. Este é considerado um desperdício porque está ocupando um espaço físico de maneira desnecessária, quando poderia ser utilizado como um espaço para produzir. O inventário gera também a perda da qualidade do produto, além de não permitir que o processo siga corretamente pelo seu fluxo. O pensamento Lean busca reduzir ao máximo o estoque, trabalhando com o sistema *Just In Time* – sistema que tem como objetivo produzir na hora certa, somente quando for necessário, na quantidade que for solicitado (OHNO, 1988).

2.3.5 Movimentação

Assim como o transporte, a movimentação também é um grande desperdício. Porém, a movimentação se diz respeito em relação às pessoas, ou seja, é a movimentação

desnecessária das pessoas que desperdiçam seu tempo e os recursos da empresa. Essa atividade deve ser eliminada e o Lean auxilia nessa eliminação e máxima redução de movimento, com a melhor adequação do layout para o processo que é evidenciado esse tipo de desperdício (OHNO, 1988).

2.3.6 Processamento Desnecessário

Esse processamento envolve os processamentos extras, ou seja, àqueles que não deveriam existir, pois não estão agregando valor nenhum para o produto final. Um exemplo desse tipo de processamento é o retrabalho do produto, na qual o produto é todo trabalhado novamente, gastando tempo, mão-de-obra e recursos para fazê-lo de novo, quando já era para ele ser um produto acabado e em condições de venda. A produção Lean foca para que esses tipos de processamentos sejam eliminados (OHNO, 1988).

2.3.7 Espera

A espera é vista como um desperdício por ser uma perda de tempo durante o processo, pois está se esperando para que o procedimento aconteça, a mão-de-obra e os recursos estão aguardando o processo funcionar normalmente, realizando a produção dos produtos, enquanto estas se encontram paradas. A mentalidade enxuta do Lean busca eliminar esse desperdício, realizando a produção de maneira contínua, sem interrupções indesejadas e não planejadas (OHNO, 1988).

2.4 Lead Time

Segundo o Lean Institute Brasil, 2016, *lead time* é o “tempo requerido para um produto se movimentar por todas as etapas de um processo, do início ao fim”. Então, o *lead time* é a duração de todos os processos que o produto passa, considerando desde que o pedido é solicitado pelo cliente, incluindo a solicitação das matérias primas, a duração do processo produtivo em si, embalagens, armazenamentos e entrega do produto final para o consumidor. O *lead time* é um método importante a ser seguido, pois, na busca para reduzir cada vez mais

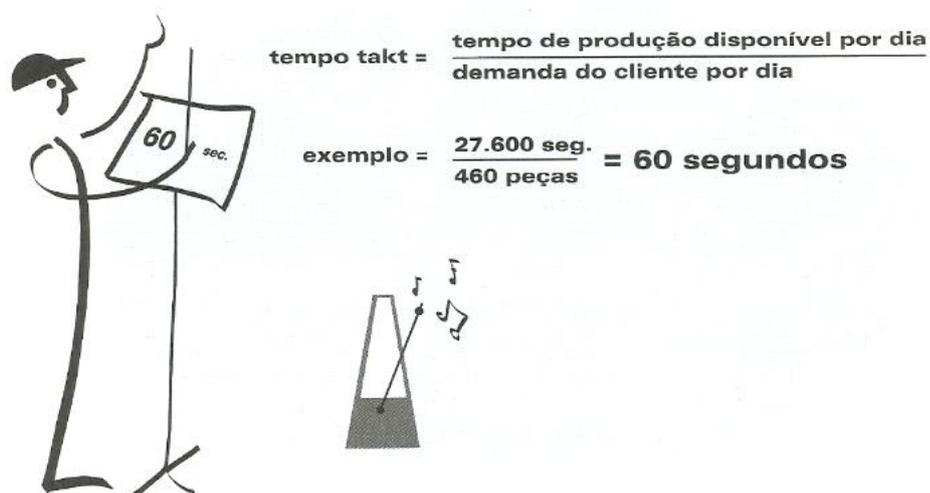
o tempo desse processamento, é que é possível conseguir eliminar os desperdícios existentes. Isso permite agregar maior valor ao produto final, ou seja, deixar o produto apenas com aquilo que o consumidor está disposto a pagar, que são os processos que estão transformando os produtos de alguma maneira.

2.4.1 Takt Time

“O *takt time* foi usado pela primeira vez como ferramenta de gestão de produção na indústria aeronáutica alemã na década de 1930 (*takt* é um termo alemão que se refere a um intervalo preciso de tempo)” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016).

O objetivo do tempo *takt* é fazer um alinhamento entre a produção e à demanda, de maneira precisa e de modo que seja possível fornecer um ritmo ao sistema de produção. Esse tempo é definido como “a batida do coração de um sistema *lean*” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016).

Figura 2 - Takt Time



Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016.

2.4.2 Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo é definido pelo LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016, como a “frequência com que uma peça ou produto é completado por um processo, conforme cronometrado por observação. Também se refere ao tempo que um operador leva para completar todas as tarefas de um trabalho, antes de repetí-las”. Esse tempo de ciclo possui sempre um tempo maior do que o tempo das atividades que agregam valor, bem como, ele deve ser menor do que o tempo do lead time do produto. Além disso, o tempo de ciclo pode ser dividido em ciclos diferente, assim como o tempo de ciclo da máquina e o tempo de ciclo do operador, por exemplo.

2.5 Estudo de Tempos e de Movimentos de acordo com Barnes, 2013

“O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido” (BARNES, 2013).

Para atender cada um dos seus objetivos com maior êxito, Barnes definiu o que fazer em cada uma das etapas:

- **Desenvolvimento do método preferido – projeto de métodos.** Ao iniciar o projeto, é preciso estudar a atividade completa, para que seja definido qual o melhor método de executar a mesma. Então, é preciso que tanto o conjunto de atividades, quanto cada operação individual que forma o processo sejam estudadas. Assim, a melhor sequência de operações e as melhores técnicas de realização daquela atividade, serão definidas, criando-se assim, um padrão para o trabalho.
- **Padronizar a operação – registro do método padronizado.** Ao definir qual é o melhor método de se realizar uma atividade, o mesmo deve ser padronizado, para que todos os envolvidos a realizem da mesma maneira. A padronização do trabalho irá garantir que o resultado final do processo para todos os produtos, sejam os mesmos. Deve-se fazer um documento, algo que registre de algum modo a

padronização desse trabalho, documentando que todos devem seguir a sequência descrita e ilustrada, para exemplificar melhor.

- **Determinar o tempo padrão – medidas do trabalho.** O tempo padrão é definido como o tempo em que uma pessoa treinada, qualificada e com experiência demora em realizar uma atividade. Esse tempo é analisado como o tempo normal, na qual a pessoa pode fazer a atividade dentro desse tempo, sem dificuldades. Baseado nesse tempo normal é considerado as necessidades pessoais, fadiga e espera, na qual resultará no tempo padrão da atividade. Para chegar no tempo padrão, é preciso também estudar a operação, dividindo-a em elementos, para que esses elementos sejam cronometrados.
- **Treinar o operador.** A etapa de treinar o operador é muito importante, pois, para que a atividade seja realizada da melhor maneira e para que o operador entenda a importância de realizar aquele procedimento de tal forma, é que deve ocorrer um treinamento bem feito. Para o treinamento, o documento em que mostra o registro da padronização do trabalho é importante, pois lá, todos os colaboradores que precisam realizar a mesma atividade, podem assinar e deixar isso registrado. Caso ocorra algum problema porque o colaborador não realizou a atividade como deveria, o documento é uma evidência de que ele foi treinado para fazer o procedimento como deveria.

2.5.1 Etapas para o Balanceamento de Operadores

Alguns fatores são seguidos para realizar o balanceamento de operações, estes vão indicar qual o melhor método para fazer um trabalho eficaz.

- **Etapa 1:** antes de pensar em mudar o modo de realizar as atividades de um determinado posto, é necessário conhecê-lo a fundo, para que se enxerguem as novas oportunidades de melhorias e a melhor maneira de combinar as atividades entre si. Para melhor realizar o balanceamento, pode-se então, elaborar um Mapa de Fluxo de Valor (MFV) desse processo, onde nele, irão ficar evidentes quais são as dificuldades e os problemas que ocorrem no processo. Nesse mapeamento é feito o desenho de como acontece cada atividade do processo (BARNES, 2006).

- **Etapa 2:** nessa etapa é preciso realizar o acompanhamento, colher todas as informações e coletar os dados do tempo da produção de determinada atividade designada para o estudo (BARNES, 2006).
- **Etapa 3:** depois de acompanhar, é necessário identificar qual a quantidade de operadores ou postos de trabalho que são realmente necessários para a execução daquela atividade, ou seja, quantas pessoas é preciso para atender a demanda de acordo com o tempo que foi coletado (BARNES, 2006).
- **Etapa 4:** os tempos que foram coletados devem ser separados por postos de trabalhos, sendo possível identificar os gargalos do processo. Assim, é possível redistribuir os tempos das atividades de modo que todas as pessoas fiquem mais balanceadas entre si (BARNES, 2006).
- **Etapa 5:** ao redistribuir os tempos, é preciso verificar se as alterações nas atividades são viáveis ou não ao processo. Visto isso, é possível implementar as mudanças e oficializá-las (BARNES, 2006).
- **Etapa 6:** para finalizar, deve-se fazer um relatório que irá indicar quais foram as alterações realizadas, oficializando a melhoria da redistribuição das atividades e do balanceamento de operações (BARNES, 2006).

2.5.2 Cronoanálise

A cronoanálise é um método muito utilizado nas empresas. Com o auxílio de um cronômetro será feito a cronometragem da atividade que se deseja, obtendo os dados necessários para serem coletados e depois, estudados e analisados. O cronometro é o aparelho mais utilizado para registrar o tempo em um estudo de tempos. Juntamente com o cronometro é de muita utilização a folha de registros. Juntos então, o cronômetro, a folha de registros e uma leve prancheta, serão utilizados para se realizar a cronoanálise (BARNES, 2006).

Antes de cronometrar a operação, é importante que o coletor tenha conhecimento de como a atividade é realizada, sabendo quais são os processos que o operador irá fazer e quais são as sequências a ser seguidas. Conhecendo a operação, o coletor conseguirá fazer a cronometragem da atividade de maneira mais eficaz, pois ele saberá de onde até onde aquela determinada atividade, que faz parte de um processo, irá durar. Isso irá garantir que o resultado final da cronoanálise seja mais eficiente (BARNES, 2006).

Na folha de registros, todos os dados coletados deverão ser anotados. Nela deverá estar qual operação será acompanhada, onde é o setor, o equipamento em que acontece a atividade, o turno que está sendo feito o acompanhamento, o nome do operador, o tempo de início e de fim da operação, quais são os elementos que fazem parte daquela atividade, qual é o tempo coletado de cada uma das amostras, entre outras (BARNES, 2006).

Ao obter todos os equipamentos nas mãos, é preciso definir o número de ciclos que serão cronometrados. Uma mesma atividade deve ser cronometrada no mínimo cinco vezes, porém, como a atividade mesmo que seja coletada com o mesmo operador, irá apresentar algum tipo de diferença, quanto mais vezes o elemento for cronometrado, mais preciso será o resultado final da coleta (BARNES, 2006).

2.5.3 Coleta de Dados

Para que a coleta de dados seja bem elaborada, é importante que cada um dos elementos realizados durante a atividade seja corretamente anotado na folha de registros. Há três métodos para a leitura do cronômetro, são eles: leitura contínua, leitura repetitiva e leitura acumulada (BARNES, 2013).

- **Leitura contínua.** Nesse método o cronometro inicia sua contagem no começo do primeiro elemento e vai até o ultimo momento da operação. Durante esse tipo de cronometragem, o observador irá anotar na folha de registros, o fim de cada atividade que foi realizada.
- **Leitura repetitiva.** Nessa leitura, o cronometro é zerado a cada vez que um elemento for coletado, esse processo irá acontecer repetitivamente, durante todo o processo, até que ele seja finalizado pelo operador.
- **Leitura acumulada.** Esse último método combina o uso de dois cronômetros, na qual eles são sincronizados, para que, quando um cronômetro for apertado para que a leitura seja feita, o outro automaticamente irá funcionar. Essa leitura proporciona uma maior precisão na hora de coletar as informações.

2.6 Balanceamentos da Linha de Produção

Segundo PEINADO & GRAEML (2007), “o balanceamento de uma linha de produção consiste na atribuição de tarefas de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para execução das tarefas a elas designadas”.

O balanceamento da linha de produção irá proporcionar para a própria linha, atividades mais bem distribuídas entre os postos de trabalho, tarefas balanceadas, niveladas e divididas igualmente entre os setores e operadores (MOREIRA, 2000).

Ao balancear uma linha, é possível eliminar os desperdícios de movimentação, transporte e tempo de produção, permitindo também encontrar os gargalos e eliminá-los, além de reduzir a ociosidade da mão-de-obra, equipamentos e todos os recursos como um todo. Portanto, ao realizar o balanceamento de uma linha é possível produzir com maior eficiência, aumentando a produção.

Algumas dificuldades podem surgir durante o balanceamento de uma linha, assim como a divisão de atividades entre os setores, pois às vezes não é possível dividir as atividades que têm maior duração, assim como não é possível agrupar as tarefas que tem menor tempo. Outro problema que pode acontecer, são em relação aos fatores externos que podem interferir e impactar na produtividade. Essas influências podem prejudicar a redistribuição das atividades, gerando limites para executar as tarefas.

Caso isso aconteça, é necessário realizar um acompanhamento e um estudo do tempo mais detalhado, para chegar numa melhor maneira de distribuir essas atividades. De modo que não impacte tanto e não diferencie muito no balanceamento dessas tarefas.

2.7 Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO)

O Gráfico de balanceamento de operadores (GBO) é utilizado para definir quais atividades cada operador necessita efetivar em seu posto de trabalho. Essas atividades presentes no GBO são classificadas como operações que agregam ou não agregam valor ao produto (GOMES, 2008).

A representação do GBO é uma ferramenta bastante visual, para sua concretização deve-se mapear a análise do estado atual do cenário e após isso, remanejar as atividades entre

os colaboradores. Depois, é preciso desenhar a análise do estado futuro do local, propondo melhorias para o setor (ROTHER e HARRIS, 2002).

Ao classificar as atividades como as que agregam ou não valor, deve-se eliminar aquelas que não agregam valor. Assim, é possível analisar as atividades que ficaram e redistribuir no setor, determinando a quantidade de colaboradores necessários para a realização das atividades e dividindo as etapas existentes entre as pessoas que fazem parte do setor (ROTHER e HARRIS, 2002).

2.8 Ergonomia

O principal objetivo dos projetos relacionados aos métodos de trabalho é encontrar as melhores combinações entre homens, máquinas, equipamentos e materiais no ambiente de trabalho. Para que se obtenha este resultado é importante que sejam corretamente determinadas quais são as melhores atividades para o homem realizar e quais são as melhores operações para a máquina concretizar (BARNES, 2013).

A boa relação entre homem-máquina auxilia para que uma empresa consiga alcançar melhor suas metas e seus objetivos. Além disso, essa adaptação se relaciona com a ergonomia. Na qual, o objetivo da ergonomia é a adaptação das tarefas e do ambiente de trabalho às características sensoriais, perceptivas, mentais e físicas dos colaboradores (BARNES, 2013).

2.9 Estudo de Tempo de acordo com Martins e Laugeni (2013)

Para realizar o estudo de tempo, Martins e Laugeni (2013), descrevem métodos para que se determinem os tempos de produção. Esses métodos dependem do objetivo ao qual se pretende chegar a partir da medição. Os equipamentos básicos utilizados para o estudo são:

- Cronometro de hora centesimal: é o mais utilizado;
- Filmadora: serve como um equipamento auxiliar que poderá ajudar na análise mais detalhista da operação e também para definir a velocidade com que o operador esta realizando a atividade;
- Folha de observações: é utilizada para se registrar todas as informações obtidas durante a análise;

- Prancheta para observações: servirá de apoio para o cronometro e a folha de observações.

2.9.1 Discussão com todos os envolvidos

Como um primeiro passo, é importante que todos os envolvidos, tanto encarregados assim como os operadores, discutam em relação à atividade que será analisada. Para realizar atividade o operador deverá ser devidamente treinado, assim como o estabelecido (MARTINS E LAUGENI, 2013).

2.9.2 Representação gráfica do local de trabalho

O desenho do local de trabalho estabelecido servirá como um auxílio, na qual todas as informações adicionais deverão estar contidas nele. Desse modo é possível que se enxergue melhor o cenário real que será estudado e avaliado (MARTINS E LAUGENI, 2013).

2.9.3 Divisão da operação em elementos

Uma operação pode ser dividida em algumas partes, estas partes correspondem aos chamados elementos. O objetivo dessa separação é verificar o método de trabalho que está sendo utilizado e para a decomposição da atividade é importante tomar o cuidado de não dividi-la em nem muitas e nem poucas etapas. Após dividir os elementos, estes terão seus tempos analisados e registrados separados na folha de observações (MARTINS E LAUGENI, 2013).

2.9.4 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

A quantidade média para se realizar uma cronometragem são normalmente entre 10 e 20 cronometragens, porém, o método mais correto para se definir esse número de cronometragens é utilizando a seguinte expressão (Figura 3):

Figura 3 - Expressão para definir numero de ciclos

$$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Fonte: MARTINS E LAUGENI, 2013, pag. 86

Na qual:

n = numero de ciclos a serem cronometrados

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada

R = amplitude da amostra

E_r = erro relativo máximo

d_2 = coeficiente em função do numero de cronometragens realizadas preliminarmente

\bar{x} = media da amostra

Para que a expressão possa ser utilizada, é necessário que a atividade seja cronometrada pelo menos entre cinco e sete vezes, assim é possível retirar-se a media (\bar{x}) e a amplitude (R). Os valores de probabilidade e de erro também devem ser considerados, normalmente utilizam-se valores entre 90% a 95% de probabilidade e de 5% para um erro relativo máximo (MARTINS E LAUGENI, 2013).

O valor de probabilidade (z) pode ser evidenciado a partir da Tabela 1.

Tabela 1 - Probabilidade

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2013), pag. 88

Na Tabela 2 é possível extrair o valor do coeficiente (d_2) a partir do numero de cronometragens que foi realizado.

Tabela 2 - Número de cronometragens

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d ₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: MARTINS E LAUGENI (2013), pag. 88

Assim, com todas as informações necessárias para utilizar a expressão apresentada na Figura 4, é possível realizar os cálculos e chegar ao número exato de cronometragens que devem ser realizados para a análise.

2.9.5 Avaliação da velocidade do operador

Os autores MARTINS e LAUGENI (2013) determinaram que o cronometrista será o responsável por definir qual é a velocidade em que o operador esta realizando suas atividades. Como base para sua referencia, ele irá observar qual seria a velocidade normal para que o operador faça sua operação, atribuindo a esta velocidade o valor normalmente correspondente a 100%. Essa velocidade precisa ser preenchida na folha de observações.

2.9.6 Determinação das tolerâncias e fadiga

Segundo BARNES (2013) a redução da fadiga é um dos principais objetivos do estudo de movimentos e de tempos, isso para que o trabalho se torne o mais fácil e satisfatório possível. Na indústria a fadiga esta relacionada a três principais fenômenos: a sensação de cansaço, à mudança fisiológica no corpo e à diminuição da capacidade para a execução do trabalho.

Uma pessoa não pode trabalhar sem nenhuma interrupção durante o dia todo. Desse modo, é preciso prever as interrupções no trabalho que atenderão às necessidades pessoais do colaborador, proporcionando um momento de descanso e de alívio para a fadiga no trabalho.

- Tolerância para atendimento às necessidades pessoais: o tempo considerado suficiente para às necessidades pessoais é entre 10 e 25 minutos, que se refere aproximadamente a 5% do dia de trabalho em uma jornada de 8 horas (MARTINS E LAUGENI, 2013).

- Tolerância para alívio da fadiga: em um ambiente de trabalho, a fadiga não é originária somente do trabalho que esta sendo realizado pela pessoa, mas também pelas condições ambientais nas quais as atividades exercidas estão sendo concretizado. Dentro das questões ambientais, estão os fenômenos como: ruído, iluminação, temperatura, vibrações, cores nas paredes entre outros. MARTINS e LAUGENI (2013) consideram para empresas industriais em boas condições ambientais e um nível de fadiga intermediário valores entre 15% a 20%, ou seja, considera-se o nível de 1,10 a 1,20.

Essas tolerâncias podem ser calculadas a partir da equação: $FT = 1 / (1 - p)$

2.9.7 Determinação do tempo normal e do tempo padrão

Após realizar e se obter as cronometragens realizadas, é preciso:

- Calcular a media das n cronometragens, obtendo-se assim o tempo cronometrado (TC) ou o tempo médio (TM);
- Calcular o tempo normal (TN): $TN = TC \times V$ (velocidade);
- Calcular o tempo padrão (TP): $TP = TN \times FT$ (fator de tolerância).

O tempo cronometrado (TC) ou tempo médio (TM) é obtido a partir do resultado da média dos tempos que foram cronometrados. O tempo normal (TN) é o tempo considerado normal para que qualquer colaborador possa realizar a mesma atividade, considerando o ritmo como normal, nem rápido e nem devagar. A velocidade (V) do operador é analisada de acordo com o ritmo em que a atividade está sendo realizada. O tempo padrão (TP) corresponde ao tempo em que o ciclo da operação deve ser feito, considerando fatores interferentes, assim como o fator de tolerância (FT), que diz respeito às condições que devem ser consideradas, como por exemplo, condições fisiológicas, ergonômica, ambientais entre outras.

3 ESTUDO DE CASO

No conteúdo deste capítulo, será mostrado o passo a passo de como o estudo foi realizado seguindo o conteúdo da empresa e como o estudo poderia ter sido feito, de acordo com a metodologia do referencial teórico utilizado. Desse modo será possível perceber a diferença das aplicações e qual seria o possível ganho se a empresa utilizasse o método do trabalho apresentado.

3.1 Apresentação da empresa

O estudo deste presente trabalho foi realizado em uma indústria alimentícia de grande porte, localizada na cidade de Marília, interior do estado de São Paulo. A indústria faz parte de uma multinacional, na unidade instalada nesta cidade realiza a produção de biscoitos. A empresa possui dez linhas de produção, na qual cada linha realiza a produção de um tipo de biscoitos e conta com aproximadamente 1.300 colaboradores em toda a fábrica, exercendo suas atividades divididas em três turnos, a fábrica produz 24 horas por dia. Por questões de confidencialidade da empresa, sua razão social e seus produtos não serão divulgados, assim, seu nome será citado como a empresa ABC, o produto Biscoito 1 e a Linha N.

Para a realização da cronoanálise foi escolhida a Linha N, que produz os Biscoitos 1. O setor onde o estudo foi elaborado é a Masseur, parte inicial do processo. A escolha desse setor foi devido o fato de que na Linha N era preciso colaboradores a mais do que nas masseiras das outras linhas, para realizar as atividades de adição de matérias primas. Enquanto nas outras masseiras a utilização de dois colaboradores era o suficiente, na Linha N era preciso quatro operadores, isso por conta de ergonomia e mais produtos necessários, em relação às outras masseiras.

3.2 Apresentação do cenário atual da Masseur

O setor da masseira é a etapa inicial dos biscoitos, nela estão envolvidos doze colaboradores, divididos em três turnos. Ela utiliza o dobro de colaboradores nos turnos em comparação às outras masseiras. Essa quantidade maior de colaboradores é devido às matérias primas que são adicionadas manualmente, são produtos que se encontram em sacos de 25 kg e

que as demais masseiras não utilizam por conterem em sua receita somente produtos que são adicionados via tubulação.

Para a adição desses materiais, os colaboradores trabalham em duplas na hora de carregar os sacos. Na primeira fase de adição das sacarias, eles levam os sacos e colocam na masseira, que se encontra com o tombador deitado, em uma altura que é permitida que os participantes ergam seus braços. Já na segunda etapa, eles precisam, além de transportar as sacarias, subir uma escada para colocar o material lá dentro, pois neste passo o tombador está em uma posição mais vertical que a anterior, deixando a boca em uma altura mais elevada, necessitando da escada para que os materiais que estão lá dentro não caiam com a adição de mais materiais. A Figura 4 mostra a masseira e a escada utilizada para adição dos materiais.

Figura 4 - Masseira e escada



Fonte: http://www.ariete.com.br/amas_ver_inox_2.htm

A proposta inicial do presente estudo era de analisar se a ergonomia seria melhorada se fosse instalado um equipamento para auxiliar os colaboradores no carregamento das sacarias. Considerando as análises que foram feitas, foi possível perceber que além de melhorar a ergonomia, seria possível reduzir um colaborador por turno, realocando-o para outro local que estava precisando dessa mão de obra e evitando que a empresa investisse em

novos colaboradores, gerando novos gastos com os mesmos. A realocação desse colaborador seria possível porque com a instalação de um equipamento, desperdícios assim como transporte de materiais e movimentação de pessoas seriam reduzidos, fazendo com que a atividade tivesse seu tempo de ciclo reduzido.

3.3 Aplicação do modelo de Cronoanálise da empresa

Na empresa, a cronoanálise é realizada com o auxílio de um cronômetro digital, de uma prancheta, folhas para inserir as informações da coleta e uma caneta. Com a coleta de dados da cronoanálise a empresa gera o gráfico de balanceamento de operadores e a partir desse gráfico é possível fazer o diagrama de trabalho padronizado.

3.4 Passo a passo para realizar a coleta de dados e o gráfico de balanceamento de operadores

Algumas etapas devem ser seguidas para que as informações sejam geradas de maneira coerente com o que a empresa espera, esses passos foram divididos em 7 etapas, que serão explicadas a seguir.

3.4.1 Verificação das atividades realizadas no setor escolhido e da quantidade de postos existentes

Para realizar a cronoanálise de maneira mais eficiente, ao ser escolhido um determinado posto de trabalho é feito um levantamento da quantidade de pessoas existentes naquele posto e também uma análise de como as atividades são realizadas, seu passo a passo e todas as suas etapas. Dessa maneira, ao realizar a cronometragem, é possível ser mais preciso na mudança de atividades que existem dentro de um ciclo. Além de ver como a atividade é realmente realizada, antes de iniciar o acompanhamento, é comparado se o que está sendo efetivamente feito está de acordo com o formulário registrado das atividades que o posto precisa realizar.

No setor analisado foram levantados 4 colaboradores com atividades semelhantes quando é necessário trabalhar em duplas e em outros momentos foram identificadas atividades diferentes. Na Tabela 3 é possível analisar as atividades de cada um dos colaboradores.

Tabela 3 - Coleta de dados

COLETA DE DADOS				
	Célula: Operador 1	Célula: Operador 2	Célula: Operador 3	Célula: Operador 4
#	Elemento Padrão	Elemento Padrão	Elemento Padrão	Elemento Padrão
1	Adicionar o açúcar e a gordura	Adicionar o açúcar e a gordura	Adicionar as químicas	Preparar as químicas
2	Varrer o chão da masseira	Acionar o comando no painel	Adicionar o açúcar e a gordura	Adicionar a gordura
3	Adicionar o mel	Adicionar o mel	Puxar o carrinho de corante	Adicionar o mel
4	Adicionar ingredientes na masseira	Pesar os baldes de mel (3 unid)	Adicionar o mel	Fechar a masseira
5	Organizar e limpar o setor	Organizar e limpar o setor	Puxar o carrinho de corante	Cortar e jogar os sacos de aveia
6	Varrer o chão e tirando o lixo	Jogar o lixo	Arrumar e abrindo os sacos de aveia	Puxar o pallet
7	Empurrar a escada	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	Jogar o sacos de aveia no lixo	Adicionar o corante
8	Adicionar a aveia	Adicionar a aveia	Levar a escada até a masseira	Puxar o pallet de aveia
9	Empurrar a escada	Jogar os sacos de aveia no lixo	Olhar o painel	Abriu as caixas de gordura
10	Adicionar a aveia	Adicionar a aveia	Desembrulhar a gordura	Abriu os sacos de açúcar
11	Empurrar o carrinho até o tombador	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	Olhar os formulários	Verificar os formulários
12	Adicionar o açúcar	Adicionar o açúcar e a gordura	Olhar o painel	Empurrar a escada
13	Adicionar a gordura	Adicionando o mel	Desligar a masseira	Abriu a masseira e tombando a massa
14	Adicionar o mel	Organizar e limpar o setor	Empurrar a escada	Adicionando a aveia
15	Empurrar a mesa de corantes		Adicionar a aveia	Fechar a masseira
16	Lavar os baldes de mel		Juntar os sacos para jogar no lixo	Abriu a masseira
17			Tirar a escada	Adicionar a aveia
18			Adicionar a aveia	Empurrar a escada
19			Preparar as aveias da próxima receita	Puxar o carrinho
20			Trocar os pallets	Abriu os sacos de aveia
21			Abriu os sacos de aveia e jogando no lixo	Abriu a masseira e puxando a massa
22			Arrumar os sacos de açúcar	Empurrar o carrinho e tombando a massa
23			Adicionar o açúcar e a gordura	
24			Empurrar o carrinho de mel	
25			Adicionar o mel	
26			Tombar a massa	

Fonte: A autora

3.4.2 Acompanhamento da rotina para a identificação das atividades e divisão dos elementos

Antes de realizar uma cronoanálise, é feito um acompanhamento da rotina do posto a ser estudado, para que na hora de cronometrar, as atividades sejam identificadas com maior facilidade e divididas nos elementos existentes. Assim, cada um dos colaboradores foi analisado por uma pessoa, na qual cada uma ficou responsável por observar um colaborador e depois, realizar a cronoanálise do mesmo.

3.4.3 Cronoanálise das atividades

A coleta de dados foi realizada na Linha N com o produto Biscoito 1, o acompanhamento foi feito durante o período de três dias, onde cada um dos 4 cronometristas ficaram responsáveis por analisar um colaborador. As coletas duravam em torno de 1 hora por dia, onde foi possível acompanhar o ciclo de 3 receitas em média (cada receita dura em torno de 18 a 20 minutos), totalizando 9 coletas no último dia.

Do total das 9 coletas realizadas, utilizou-se somente 5 para o estudo, pois aquelas em que a variação do tempo foi muito grande foram descartadas, devido ao fato de que a oscilação aconteceu por conta de um problema na linha.

Todas as informações das coletas foram preenchidas manualmente na folha de registros de coletas que a empresa utiliza. A Tabela 4 é um exemplo de folha utilizada, os elementos são identificados anteriormente e já separados e os tempos são preenchidos a mão.

Tabela 4 - Coleta de dados

COLETA DE DADOS							
Célula: Operador 1							
#	Elemento Padrão	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	Valor a Considerar
1	Adicionar o açúcar e a gordura						
2	Varrer o chão da masseira						
3	Adicionar o mel						
4	Adicionar ingredientes na masseira						
5	Organizar e limpar o setor						
6	Varrer o chão e tirando o lixo						
7	Empurrar a escada						
8	Adicionar a aveia						
9	Empurrar a escada						
10	Adicionar a aveia						
11	Empurrar o carrinho até o tombador						
12	Adicionar o açúcar						
13	Adicionar a gordura						
14	Adicionar o mel						
15	Empurrar a mesa de corantes						

Fonte: A autora

3.4.4 Registrar os tempos cronometrados na planilha eletrônica e verificar o tempo padrão da atividade

Todas as informações anotadas manualmente na folha de registros são passadas para a mesma folha em uma planilha eletrônica, desenvolvida pelo Lean Institute Brasil, quando foi implementada a ferramenta Lean na fábrica ABC. Nesta planilha, é possível verificar qual é o tempo médio da operação e utilizá-lo como base para os próximos passos da coleta.

A Tabela 5 representa a coleta que foi realizada com o operador 1.

Tabela 5 - Coleta de dados eletrônica – Operador 1

COLETA DE DADOS							
Célula: Operador 1							
#	Elemento Padrão	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	Valor a Considerar
1	Adicionar o açúcar e a gordura	35,00 s	38,00 s	40,00 s	37,00 s	35,00 s	37 s
2	Varrer o chão da masseira	23,00 s	25,00 s	24,00 s	25,00 s	24,00 s	24 s
3	Adicionar o mel	24,00 s	28,00 s	25,00 s	26,00 s	27,00 s	26 s
4	Adicionar ingredientes na masseira	80,00 s	75,00 s	78,00 s	75,00 s	76,00 s	76 s
5	Organizar e limpar o setor	164,00 s	170,00 s	167,00 s	166,00 s	168,00 s	167 s
6	Varrer o chão e tirando o lixo	205,00 s	198,00 s	203,00 s	201,00 s	199,00 s	201 s
7	Empurrar a escada	12,00 s	10,00 s	12,00 s	11,00 s	10,00 s	11 s
8	Adicionar a aveia	57,00 s	55,00 s	60,00 s	58,00 s	56,00 s	57 s
9	Empurrar a escada	19,00 s	21,00 s	19,00 s	20,00 s	21,00 s	20 s
10	Adicionar a aveia	45,00 s	47,00 s	50,00 s	48,00 s	46,00 s	47 s
11	Empurrar o carrinho até o tombador	24,00 s	22,00 s	20,00 s	23,00 s	21,00 s	22 s
12	Adicionar o açúcar	33,00 s	35,00 s	35,00 s	32,00 s	33,00 s	33 s
13	Adicionar a gordura	43,00 s	44,00 s	45,00 s	43,00 s	44,00 s	44 s
14	Adicionar o mel	18,00 s	16,00 s	15,00 s	17,00 s	15,00 s	16 s
15	Empurrar a mesa de corantes	20,00 s	26,00 s	25,00 s	23,00 s	24,00 s	23 s

Fonte: A autora

A Tabela 6 mostra o conteúdo da coleta de dados que foi feita com o operador 2.

Tabela 6 - Coleta de dados eletrônica – Operador 2

COLETA DE DADOS							
Célula: Operador 2							
#	Elemento Padrão	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	Valor a Considerar
1	Adicionar o açúcar e a gordura	43,00 s	45,00 s	46,00 s	44,00 s	43,00 s	44 s
2	Acionar o comando no painel	18,00 s	21,00 s	20,00 s	19,00 s	21,00 s	20 s
3	Adicionar o mel	27,00 s	31,00 s	29,00 s	28,00 s	29,00 s	29 s
4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	118,00 s	124,00 s	121,00 s	119,00 s	123,00 s	121 s
5	Organizar e limpar o setor	70,00 s	68,00 s	74,00 s	72,00 s	73,00 s	72 s
6	Jogar o lixo	73,00 s	70,00 s	68,00 s	72,00 s	69,00 s	70 s
7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	42,00 s	46,00 s	45,00 s	44,00 s	42,00 s	44 s
8	Adicionar a aveia	60,00 s	66,00 s	62,00 s	64,00 s	61,00 s	62 s
9	Jogar os sacos de aveia no lixo	12,00 s	15,00 s	13,00 s	15,00 s	14,00 s	14 s
10	Adicionar a aveia	48,00 s	45,00 s	40,00 s	47,00 s	49,00 s	46 s
11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	47,00 s	53,00 s	49,00 s	51,00 s	50,00 s	50 s
12	Adicionar o açúcar e a gordura	46,00 s	51,00 s	48,00 s	50,00 s	47,00 s	48 s
13	Adicionando o mel	14,00 s	18,00 s	16,00 s	15,00 s	17,00 s	16 s
14	Organizar e limpar o setor	211,00 s	204,00 s	209,00 s	206,00 s	208,00 s	208 s

Fonte: A autora

Na Tabela 7 é possível observar cada um dos elementos e dos tempos que foram coletados com o acompanhamento do operador 3.

Tabela 7 - Coleta de dados eletrônica – Operador 3

COLETA DE DADOS							
Célula: Operador 3							
#	Elemento Padrão	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	Valor a Considerar
1	Adicionar as químicas	20,00 s	18,00 s	17,00 s	21,00 s	16,00 s	18 s
2	Adicionar o açúcar e a gordura	35,00 s	38,00 s	40,00 s	37,00 s	35,00 s	37 s
3	Puxar o carrinho de corante	11,00 s	10,00 s	12,00 s	9,00 s	10,00 s	10 s
4	Adicionar o mel	24,00 s	28,00 s	25,00 s	26,00 s	27,00 s	26 s
5	Puxar o carrinho de corante	7,00 s	12,00 s	10,00 s	11,00 s	8,00 s	10 s
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	77,00 s	74,00 s	79,00 s	75,00 s	76,00 s	76 s
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	10,00 s	12,00 s	15,00 s	13,00 s	14,00 s	12 s
8	Levar a escada até a masseira	13,00 s	10,00 s	12,00 s	15,00 s	11,00 s	12 s
9	Olhar o painel	29,00 s	25,00 s	28,00 s	26,00 s	30,00 s	28 s
10	Desembrulhar a gordura	35,00 s	32,00 s	30,00 s	33,00 s	34,00 s	32 s
11	Olhar os formulários	24,00 s	25,00 s	20,00 s	23,00 s	21,00 s	23 s
12	Olhar o painel	49,00 s	40,00 s	45,00 s	43,00 s	47,00 s	45 s
13	Desligar a masseira	9,00 s	6,00 s	11,00 s	8,00 s	10,00 s	8 s
14	Empurrar a escada	9,00 s	12,00 s	10,00 s	8,00 s	11,00 s	10 s
15	Adicionar a aveia	57,00 s	55,00 s	60,00 s	58,00 s	56,00 s	57 s
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	22,00 s	18,00 s	20,00 s	19,00 s	21,00 s	20 s
17	Tirar a escada	14,00 s	17,00 s	15,00 s	18,00 s	13,00 s	15 s
18	Adicionar a aveia	45,00 s	47,00 s	50,00 s	48,00 s	46,00 s	47 s
19	Preparar as aveias da próxima receita	79,00 s	70,00 s	75,00 s	81,00 s	78,00 s	76 s
20	Trocar os pallets	32,00 s	30,00 s	35,00 s	33,00 s	31,00 s	32 s
21	Abriu os sacos de aveia e jogando no lixo	38,00 s	35,00 s	37,00 s	40,00 s	36,00 s	37 s
22	Arrumar os sacos de açúcar	17,00 s	15,00 s	19,00 s	16,00 s	18,00 s	17 s
23	Adicionar o açúcar e a gordura	46,00 s	51,00 s	48,00 s	50,00 s	47,00 s	48 s
24	Empurrar o carrinho de mel	12,00 s	10,00 s	14,00 s	11,00 s	13,00 s	12 s
25	Adicionar o mel	23,00 s	20,00 s	21,00 s	22,00 s	20,00 s	21 s
26	Tombar a massa	11,00 s	15,00 s	13,00 s	17,00 s	14,00 s	14 s

Fonte: A autora

Na Tabela 8 está representada cada uma das atividades feitas pelo colaborador 4 durante o seu acompanhamento.

Tabela 8 - Coleta de dados eletrônica – Operador 4

COLETA DE DADOS							
Célula: Operador 4							
#	Elemento Padrão	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	Valor a Considerar
1	Preparar as químicas	15,00 s	18,00 s	16,00 s	14,00 s	17,00 s	16 s
2	Adicionar a gordura	39,00 s	35,00 s	38,00 s	36,00 s	37,00 s	37 s
3	Adicionar o mel	27,00 s	31,00 s	29,00 s	28,00 s	29,00 s	29 s
4	Fechar a masseira	29,00 s	26,00 s	28,00 s	25,00 s	27,00 s	27 s
5	Cortar e jogando os sacos de aveia	77,00 s	79,00 s	76,00 s	78,00 s	75,00 s	77 s
6	Puxar o pallet	83,00 s	85,00 s	82,00 s	86,00 s	84,00 s	84 s
7	Adicionar o corante	23,00 s	20,00 s	22,00 s	24,00 s	21,00 s	22 s
8	Puxar o pallet de aveia	66,00 s	63,00 s	65,00 s	64,00 s	62,00 s	64 s
9	Abrir as caixas de gordura	95,00 s	90,00 s	93,00 s	91,00 s	94,00 s	93 s
10	Abrir os sacos de açúcar	43,00 s	40,00 s	42,00 s	44,00 s	41,00 s	42 s
11	Verificar os formulários	21,00 s	17,00 s	19,00 s	16,00 s	18,00 s	18 s
12	Empurrar a escada	10,00 s	14,00 s	12,00 s	15,00 s	11,00 s	12 s
13	Abrir a masseira e tombar a massa	23,00 s	20,00 s	24,00 s	21,00 s	23,00 s	23 s
14	Adicionar a aveia	60,00 s	66,00 s	62,00 s	64,00 s	61,00 s	62 s
15	Fechar a masseira	48,00 s	44,00 s	47,00 s	45,00 s	46,00 s	46 s
16	Abrir a masseira	13,00 s	15,00 s	11,00 s	14,00 s	12,00 s	13 s
17	Adicionar a aveia	48,00 s	45,00 s	40,00 s	47,00 s	49,00 s	46 s
18	Empurrar a escada	15,00 s	12,00 s	14,00 s	10,00 s	13,00 s	12 s
19	Puxar o carrinho	17,00 s	14,00 s	16,00 s	17,00 s	15,00 s	16 s
20	Abrir os sacos de aveia	37,00 s	40,00 s	38,00 s	36,00 s	39,00 s	38 s
21	Abrir a masseira e puxar a massa	37,00 s	35,00 s	32,00 s	36,00 s	34,00 s	34 s
22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	69,00 s	65,00 s	68,00 s	66,00 s	67,00 s	67 s

Fonte: A autora

3.5.5 Construção do GBO (Gráfico de Balanceamento de Operadores) e Classificação das atividades: VA, NVA, NVAn.

Com este gráfico é possível enxergar como está a ocupação dos colaboradores e se as atividades estão balanceadas entre eles. Além disso, é no GBO que as atividades são classificadas como:

- VA: Agrega Valor;
- NVA: Não Agrega Valor;
- NVAn: Não Agrega Valor mas é necessário.

Então, a partir dessa classificação consegue-se enxergar quais etapas são realmente essenciais na operação e quais são as que não estão agregando valor nenhum ao produto, podendo ser reduzidas ao máximo e até mesmo eliminadas do processo. Os gráficos 1 e 2 representam os gráficos de balanceamento de operadores dos operadores 1, 2, 3 e 4. Esses gráficos possuem três cores diferentes, que variam de acordo com suas atividades, nas quais as atividades VA representam a cor verde, as atividades NVA representam a cor vermelha e as atividades NVAn representam a cor amarela. Com as cores representando cada uma das atividades fica mais visível para enxergar quais as atividades precisam permanecer no ciclo, quais podem ser reduzidas e quais devem ser eliminadas.

O GBO dos gráficos 1 e 2 mostram ainda qual é o tempo (em segundos) que cada uma das atividades dura em relação a um dia inteiro de trabalho, correspondente às 8 horas de trabalho por dia, sendo representada no gráfico em segundos, 28.800 segundos. Além disso, é possível ver qual a ocupação total do colaborador durante o seu turno e se ele tem tempo restante para realizar algum outro tipo de atividade, sendo otimizado.

O Gráfico 1 representa o gráfico de balanceamento de operadores dos colaboradores 1 e 2 no estudo realizado.

Gráfico 1 - GBO dos operadores 1 e 2

Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s											
<p>OCUPAÇÃO = 70,13%</p>				<p>OCUPAÇÃO = 73,46%</p>											
								Operador 1		NVA	744 s	Operador 2		NVA	0 s
										NVA	11.388 s			NVA	15.276 s
										VA	8.064 s			VA	5.880 s
								#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
								1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	888 s	1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.056 s
								2	Varrer o chão da masseira	NVA	576 s	2	Acionar o comando no painel	NVA	480 s
								3	Adicionar o mel	VA	624 s	3	Adicionar o mel	VA	696 s
								4	Adicionar ingredientes na masseira	VA	1.824 s	4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	NVA	2.904 s
								5	Organizar e limpar o setor	NVA	4.008 s	5	Organizar e limpar o setor	NVA	1.728 s
								6	Varrer o chão e tirar o lixo	NVA	4.824 s	6	Jogar o lixo	NVA	1.680 s
								7	Empurrar a escada	NVA	264 s	7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	NVA	1.056 s
								8	Adicionar a aveia	VA	1.368 s	8	Adicionar a aveia	VA	1.488 s
								9	Empurrar a escada	NVA	480 s	9	Jogar os sacos de aveia no lixo	NVA	336 s
								10	Adicionar a aveia	VA	1.128 s	10	Adicionar a aveia	VA	1.104 s
								11	Empurrar o carrinho até o tombador	NVA	528 s	11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	NVA	1.200 s
12	Adicionar o açúcar	VA	792 s	12	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.152 s								
13	Adicionar a gordura	VA	1.056 s	13	Adicionar o mel	VA	384 s								
14	Adicionar o mel	VA	384 s	14	Organizar e limpar o setor	NVA	4.992 s								
15	Empurrar a mesa de corantes	NVA	552 s	15	Banheiro	NVA	900 s								
16	Banheiro	NVA	900 s												

Fonte: A autora

A representação do Gráfico 2 está relacionado ao gráfico de balanceamento de operadores dos operadores 3 e 4 do estudo realizado.

Gráfico 2 - GBO dos operadores 3 e 4

Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s											
OCUPAÇÃO = 65,04%				OCUPAÇÃO = 74,63%											
								Operador 3		NVA	888 s	Operador 4		NVA	576 s
										NVAAn	11.412 s			NVAAn	16.212 s
										VA	6.432 s			VA	4.704 s
								#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
								1	Adicionar as químicas	VA	432 s	1	Preparar as químicas	NVAAn	384 s
								2	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	888 s	2	Adicionar a gordura	VA	888 s
								3	Puxar o carrinho de corante	NVAAn	240 s	3	Adicionar o mel	VA	696 s
								4	Adicionar o mel	VA	624 s	4	Fechar a masseira	NVAAn	648 s
								5	Puxar o carrinho de corante	NVAAn	240 s	5	Cortar e jogar os sacos de aveia	NVAAn	1.848 s
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	NVAAn	1.824 s	6	Puxar o pallet	NVAAn	2.016 s								
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	NVAAn	288 s	7	Adicionar o corante	VA	528 s								
8	Levar a escada até a masseira	NVA	288 s	8	Puxar o pallet de aveia	NVAAn	1.536 s								
9	Olhar o painel	NVAAn	672 s	9	Abrir as caixas de gordura	NVAAn	2.232 s								
10	Desembrulhar a gordura	NVAAn	768 s	10	Abrir os sacos de açúcar	NVAAn	1.008 s								
11	Olhar os formulários	NVAAn	552 s	11	Verificar os formulários	NVAAn	432 s								
12	Olhar o painel	NVAAn	1.080 s	12	Empurrar a escada	NVA	288 s								
13	Desligar a masseira	NVAAn	192 s	13	Abrir a masseira e tombar a massa	NVAAn	552 s								
14	Empurrar a escada	NVA	240 s	14	Adicionar a aveia	VA	1.488 s								
15	Adicionar a aveia	VA	1.368 s	15	Fechar a masseira	NVAAn	624 s								
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	NVAAn	480 s	16	Abrir a masseira	NVAAn	312 s								
17	Tirar a escada	NVA	360 s	17	Adicionar a aveia	VA	1.104 s								
18	Adicionar a aveia	VA	1.128 s	18	Empurrar a escada	NVA	288 s								
19	Preparar as aveias da próxima receita	NVAAn	1.824 s	19	Puxar o carrinho	NVAAn	384 s								
20	Trocar os pallets	NVAAn	768 s	20	Abrir os sacos de aveia	NVAAn	912 s								
21	Abrir os sacos de aveia e jogar no lixo	NVAAn	888 s	21	Abrir a masseira e puxar a massa	NVAAn	816 s								
22	Arrumar os sacos de açúcar	NVAAn	408 s	22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	NVAAn	1.608 s								
23	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.152 s	23	Banheiro	NVAAn	900 s								
24	Empurrar o carrinho de mel	NVAAn	288 s												
25	Adicionar o mel	VA	504 s												
26	Tombar a massa	VA	336 s												
27	Banheiro	NVAAn	900 s												

Fonte: A autora

3.5.6 Analisar o GBO e propor melhorias

Ao analisar o GBO foi identificado que algumas atividades poderiam ser eliminadas, assim como a utilização da escada. A eliminação da escada seria possível se algum equipamento fosse colocado em seu lugar, pois a mesma era utilizada com a finalidade de auxiliar os operadores na adição dos sacos de 25 kg.

Para realizar essa atividade, dois colaboradores erguiam a mesma sacaria, cada um de um lado, até a altura do ombro. Então, subiam as escadas e despejava o conteúdo do saco dentro da masseira. Eliminando esse processo a ergonomia dos colaboradores melhoraria.

Estudando o caso e as atividades realizadas, foi visto a possibilidade de utilizar um equipamento para a concretização dessa etapa de adição de sacarias. Com essa visibilidade, foi proposta a compra de um manipulador a vácuo, com a finalidade de o colaborador não mais precisar carregar sacos de 25 kg e subir os degraus da escada. A Figura 5 mostra como é o equipamento.

Figura 5 - Manipulador a vácuo



Fonte: CTA Equipamentos

Para saber se a compra do equipamento seria viável, foi feito uma simulação de como as atividades seriam realizadas com ele, gerando assim um novo estudo, novos tempos e um novo GBO. No conteúdo novo do GBO foram eliminados alguns procedimentos e reduzidos os tempos de outros, conforme o cenário simulado.

O Gráfico 3 demonstra como ficou o novo GBO com a utilização do equipamento para os operadores 1 e 2. As atividades destacadas com os fundos verdes e amarelos, são aquelas que os tempos dos elementos foram reduzidos e as demais com os fundos vermelhos, são as etapas que não agregavam valor nenhum ao produto e que foram eliminadas ou que com o novo equipamento passou a ser realizada somente por um colaborador e não mais por dois.

Gráfico 3 - GBO simulado com o manipulador – Operadores 1 e 2

Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s							
OCUPAÇÃO = 50,29%				OCUPAÇÃO = 48,46%							
								28200	28200	28200	28200
								28000	28000	28000	28000
								27800	27800	27800	27800
								27600	27600	27600	27600
								27400	27400	27400	27400
								27200	27200	27200	27200
								27000	27000	27000	27000
								26800	26800	26800	26800
								26600	26600	26600	26600
Operador 1		NVA	0 s	Operador 2		NVA	0 s				
		NVAn	9.756 s			NVAn	10.740 s				
		VA	4.728 s			VA	3.216 s				
#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo				
1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s	1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s				
2	Varrer o chão da masseira	NVAn	576 s	2	Acionar o comando no painel	NVAn	480 s				
3	Adicionar o mel	VA	624 s	3	Adicionar o mel	VA	624 s				
4	Adicionar ingredientes na masseira	VA	1.176 s	4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	NVAn	2.904 s				
5	Organizar e limpar o setor	NVAn	3.000 s	5	Organizar e limpar o setor	NVA					
6	Varrer o chão e tirar o lixo	NVAn	4.200 s	6	Jogar o lixo	NVAn	1.128 s				
7	Empurrar a escada	NVA		7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	NVAn	1.056 s				
8	Adicionar a aveia	VA	360 s	8	Adicionar a aveia	VA	360 s				
9	Empurrar a escada	NVA		9	Jogar os sacos de aveia no lixo	NVAn	192 s				
10	Adicionar a aveia	VA	360 s	10	Adicionar a aveia	VA	360 s				
11	Empurrar o carrinho até o tombador	NVAn	528 s	11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	NVAn	1.200 s				
12	Adicionar o açúcar	VA	360 s	12	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s				
13	Adicionar a gordura	VA	720 s	13	Adicionar o mel	VA	384 s				
14	Adicionar o mel	VA	384 s	14	Organizar e limpar o setor	NVAn	2.880 s				
15	Empurrar a mesa de corantes	NVAn	552 s	15	Banheiro	NVAn	900 s				
16	Banheiro	NVAn	900 s								

Fonte: A autora

No Gráfico 4 é possível analisar o cenário das atividades dos operadores 3 e 4, caso o equipamento de manipulador a vácuo seja instalado. Assim como no Gráfico 3, o Gráfico 4 também mostra as atividades que foram reduzidas e até mesmo eliminadas.

Gráfico 4 - GBO simulado com o manipulador – Operadores 3 e 4

Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s																
OCUPAÇÃO = 43,79%				OCUPAÇÃO = 52,88%																
								31200	28800	26400	24000	21600	19200	16800	14400	12000	9600	7200	4800	2400
								Operador 3		NVA	0 s	Operador 4		NVA	0 s					
										NVA	9.228 s			NVA	13.236 s					
										VA	3.384 s			VA	1.992 s					
								#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo					
								1	Adicionar as químicas	VA	432 s	1	Preparar as químicas	NVA	384 s					
								2	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s	2	Adicionar a gordura	VA	744 s					
								3	Puxar o carrinho de corante	NVA	240 s	3	Adicionar o mel	NVA						
								4	Adicionar o mel	NVA		4	Fechar a masseira	NVA	312 s					
5	Puxar o carrinho de corante	NVA		5	Cortar e jogar os sacos de aveia	NVA	1.080 s													
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	NVA	1.200 s	6	Puxar o pallet	NVA	2.016 s													
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	NVA	120 s	7	Adicionar o corante	VA	528 s													
8	Levar a escada até a masseira	NVA		8	Puxar o pallet de aveia	NVA	1.536 s													
9	Olhar o painel	NVA	672 s	9	Abrir as caixas de gordura	NVA	2.232 s													
10	Desembrulhar a gordura	NVA	768 s	10	Abrir os sacos de açúcar	NVA	216 s													
11	Olhar os formulários	NVA	552 s	11	Verificar os formulários	NVA	432 s													
12	Olhar o painel	NVA	720 s	12	Empurrar a escada	NVA														
13	Desligar a masseira	NVA	192 s	13	Abrir a masseira e tombar a massa	NVA	552 s													
14	Empurrar a escada	NVA		14	Adicionar a aveia	VA	360 s													
15	Adicionar a aveia	VA	360 s	15	Fechar a masseira	NVA	288 s													
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	NVA	288 s	16	Abrir a masseira	NVA	312 s													
17	Tirar a escada	NVA		17	Adicionar a aveia	VA	360 s													
17	Adicionar a aveia	VA	360 s	18	Empurrar a escada	NVA														
18	Preparar as aveias da próxima receita	NVA	1.824 s	19	Puxar o carrinho	NVA	264 s													
19	Trocar os pallets	NVA	768 s	20	Abrir os sacos de aveia	NVA	288 s													
20	Abrir os sacos de aveia e jogando no lixo	NVA	288 s	21	Abrir a masseira e puxar a massa	NVA	816 s													
21	Arrumar os sacos de açúcar	NVA	408 s	22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	NVA	1.608 s													
22	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.152 s	23	Banheiro	NVA	900 s													
23	Empurrar o carrinho de mel	NVA	288 s																	
24	Adicionar o mel	NVA																		
25	Tombar a massa	VA	336 s																	
27	Banheiro	NVA	900 s																	

Fonte: A autora

Analisando os cenários dos colaboradores 1, 2, 3 e 4 apresentados nos Gráficos 3 e 4 é possível perceber que os colaboradores possuem seus respectivos tempos menos ocupados do que a representação anterior, sem o manipulador a vácuo. Desse modo, considerando a simulação, foi feito um novo gráfico de balanceamento de operadores, na qual resultou o conteúdo do Gráfico 5.

Nos Gráficos 5 e 6, a quantidade de colaboradores foi reduzida de 4 para 2 pessoas, onde um operador irá realizar as atividades dos operadores 1 e 2 e o outro realizará as atividades que pertenciam aos colaboradores 3 e 4. Desse modo, foi visto com a simulação que além do ganho ergonômico para os colaboradores, teria também a redução de operadores, estes que seriam realocados e aproveitados em outro setor, evitando que a empresa investisse em novas mãos-de-obra.

Gráfico 5 - GBO com redução dos Operadores 1 e 2

Tempo Total 28.800 s			
OCUPAÇÃO = 95,63%			
Atividades dos Operadores 1 e 2		NVA	0 s
		NVAn	19.596 s
		VA	7.944 s
#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s
2	Varrer o chão da masseira	NVAn	576 s
3	Adicionar o mel	VA	624 s
4	Adicionar ingredientes na masseira	VA	1.176 s
5	Organizar e limpar o setor	NVAn	3.000 s
6	Varrer o chão e tirar o lixo	NVAn	4.200 s
7	Empurrar a escada	NVA	
8	Adicionar a aveia	VA	360 s
9	Empurrar a escada	NVA	
10	Adicionar a aveia	VA	360 s
11	Empurrar o carrinho até o tombador	NVAn	528 s
12	Adicionar o açúcar	VA	360 s
13	Adicionar a gordura	VA	720 s
14	Adicionar o mel	VA	384 s
15	Empurrar a mesa de corantes	NVAn	552 s
16	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s
17	Acionar o comando no painel	NVAn	480 s
18	Adicionar o mel	VA	624 s
19	Pesar os baldes de mel (3 unid)	NVAn	2.904 s
20	Organizar e limpar o setor	NVA	
21	Jogar o lixo	NVAn	1.128 s
22	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	NVAn	1.056 s
23	Adicionar a aveia	VA	360 s
24	Jogar os sacos de aveia no lixo	NVAn	192 s
25	Adicionar a aveia	VA	360 s
26	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	NVAn	1.200 s
27	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s
28	Adicionar o mel	VA	384 s
29	Organizar e limpar o setor	NVAn	2.880 s
30	Banheiro	NVAn	900 s

Fonte: A autora

Gráfico 6 - GBO com redução dos Operadores 3 e 4



Fonte: A autora

3.7 Métodos e equipamentos para o estudo de tempo utilizado por MARTINS e LAUGENI (2013)

A metodologia utilizada como referência para realizar o estudo na empresa foi o método de MARTINS e LAUGENI (2013). Para o desenvolvimento da análise, os passos mencionados pelos autores foram seguidos corretamente.

3.7.1 Discussão com todos os envolvidos

Para realizar a análise segundo MARTINS e LAUGENI (2013), o primeiro passo foi conversar com todos os colaboradores do setor e também com o coordenador e gestor da área, sendo possível entender quais as atividades que deveriam ser realmente realizadas e avaliadas para o estudo.

3.7.2 Representação gráfica do local de trabalho

Para um melhor entendimento, foi elaborado um desenho do Fluxograma da Linha N, produto Biscoito 1 (Figura 6 – Fluxograma da Linha N) como um todo e também um diagrama de espaguete (Figura 7 – Diagrama de Espaguete) que mostra a movimentação do colaborador em relação à atividade analisada.

Na Figura 6 está a representação gráfica de todos os processos pela qual o produto passa, desde o momento em que chega a fábrica como matéria prima até a sua saída como produto terminado. A etapa inicial do produto começa com a entrega de matérias primas pelos fornecedores, que ficam guardadas no armazém de matérias primas. A partir do momento que chega esse material permanece estocado por no máximo três dias.

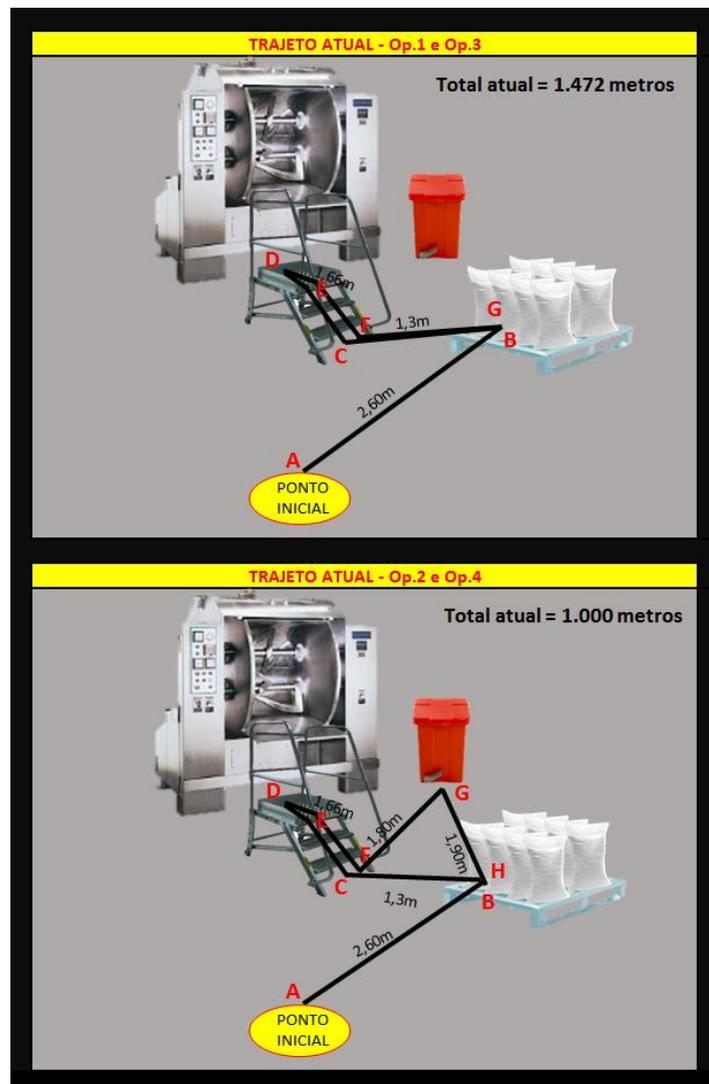
O segundo processo pela qual o biscoito passa é a dosagem de alguns materiais que vão a pequenas quantidades na receita, estes vão para o setor da dosimetria química. As demais matérias primas, que são utilizadas em maior quantidade vão por tubulação e por *pallet* direto para o setor das masseiras.

Nas masseiras todos os materiais são adicionados e nela ganham consistência de massa. Após formar uma massa, passam pela moldagem ganhando forma e assim, pelo forno,

Na seguinte representação da Figura 7, foi desenhado o setor da masseira e a movimentação que o operador precisava fazer para realizar suas atividades durante um dia de trabalho. A operação era dividida entre os quatro colaboradores, onde eles trabalhavam sempre em duplas. Sendo assim, a imagem representa exatamente isso, a movimentação das atividades em duplas.

O desenho mostra o seguinte cenário: o operador 1 realiza suas atividades em conjunto com o operador 2, enquanto o operador 3 trabalha junto com o operador 4. Dessa maneira, os operadores 1 e 3 realizavam a mesma atividade, assim como os operadores 2 e 4 também efetivavam os mesmos procedimentos.

Figura 7 - Diagrama de Espaguete



Fonte: A autora

3.7.3 Divisão da operação em elementos

Após observar a operação, o ciclo da atividade foi dividido em alguns elementos, sendo eles diferentes para cada um dos quatro colaboradores observados. O trajeto em si que realizavam era o mesmo. Porém, as atividades que elaboravam em determinados momentos, eram distintas. As atividades estão evidenciadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Divisão da operação em elementos

Operador 1		Operador 2		Operador 3		Operador 4	
#	Elemento de Trabalho	#	Elemento de Trabalho	#	Elemento de Trabalho	#	Elemento de Trabalho
1	Adicionar o açúcar e a gordura	1	Adicionar o açúcar e a gordura	1	Adicionar as químicas	1	Preparar as químicas
2	Varrer o chão da masseira	2	Acionar o comando no painel	2	Adicionar o açúcar e a gordura	2	Adicionar a gordura
3	Adicionar o mel	3	Adicionar o mel	3	Puxar o carrinho de corante	3	Adicionar o mel
4	Adicionar ingredientes na masseira	4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	4	Adicionar o mel	4	Fechar a masseira
5	Organizar e limpar o setor	5	Organizar e limpar o setor	5	Puxar o carrinho de corante	5	Cortar e jogar os sacos de aveia
6	Varrer o chão e tirando o lixo	6	Jogar o lixo	6	Arrumar e abrindo os sacos de aveia	6	Puxar o pallet
7	Empurrar a escada	7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	7	Jogar o sacos de aveia no lixo	7	Adicionar o corante
8	Adicionar a aveia	8	Adicionar a aveia	8	Levar a escada até a masseira	8	Puxar o pallet de aveia
9	Empurrar a escada	9	Jogar os sacos de aveia no lixo	9	Olhar o painel	9	Abrir as caixas de gordura
10	Adicionar a aveia	10	Adicionar a aveia	10	Desembrulhar a gordura	10	Abrir os sacos de açúcar
11	Empurrar o carrinho até o tombador	11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	11	Olhar os formulários	11	Verificar os formulários
12	Adicionar o açúcar	12	Adicionar o açúcar e a gordura	12	Olhar o painel	12	Empurrar a escada
13	Adicionar a gordura	13	Adicionando o mel	13	Desligar a masseira	13	Abrir a masseira e tombando a massa
14	Adicionar o mel	14	Organizar e limpar o setor	14	Empurrar a escada	14	Adicionando a aveia
15	Empurrar a mesa de corantes			15	Adicionar a aveia	15	Fechar a masseira
16	Lavar os baldes de mel			16	Juntar os sacos para jogar no lixo	16	Abrir a masseira
				17	Tirar a escada	17	Adicionar a aveia
				18	Adicionar a aveia	18	Empurrar a escada
				19	Preparar as aveias da próxima receita	19	Puxar o carrinho
				20	Trocar os pallets	20	Abrir os sacos de aveia
				21	Abrir os sacos de aveia e jogando no lixo	21	Abrir a masseira e puxando a massa
				22	Arrumar os sacos de açúcar	22	Empurrar o carrinho e tombando a massa
				23	Adicionar o açúcar e a gordura		
				24	Empurrar o carrinho de mel		
				25	Adicionar o mel		
				26	Tombar a massa		

3.7.4 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

Para determinar o número de ciclos a serem cronometrados, foi realizada a cronoanálise das atividades 5 vezes, assim foi possível se obter os resultados da média (\bar{x}) e da amplitude (R), utilizando os dados encontrados na equação dada pelos autores Martins e Laugeni (2013). Para completar os dados da equação, para todos os operadores foram atribuídos os valores de:

- Probabilidade (z) = 95% considerando o valor de $z = 1,96$;
- Quantidade de cronometragens (d_2) = 5 vezes, obtendo-se o valor de $d_2 = 2,326$;
- Erro relativo máximo (E_r) = 5%, logo $E_r = 0,05$.

A Tabela 10 representa a coleta de dados realizada com o operador 1, na qual foi considerado o tempo de cinco coletas para cada um dos elementos, a partir dessas coletas, foi realizada a conta da equação, para ver qual é o real número de cronometragens que deve ser feito.

Tabela 10 - Elementos do operador 1

COLETA DE DADOS									
Divisão dos Elementos do Operador 1									
$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$						$n = ?$ $z = 1,96$ $E_r = 0,05$ $d_2 = 2,326$			
#	Elemento Padrão	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	MEDIA (x)	AMPLITUDE (R)	Número a cronometrar (n)
1	Adicionar o açúcar e a gordura	52,00 s	49,00 s	51,00 s	50,00 s	52,00 s	51 s	3 s	1 vez
2	Varrer o chão da masseira	23,00 s	25,00 s	24,00 s	25,00 s	24,00 s	24 s	2 s	2 vezes
3	Adicionar o mel	34,00 s	38,00 s	35,00 s	36,00 s	37,00 s	36 s	4 s	4 vezes
4	Adicionar ingredientes na masseira	80,00 s	75,00 s	78,00 s	75,00 s	76,00 s	77 s	5 s	2 vezes
5	Organizar e limpar o setor	164,00 s	170,00 s	167,00 s	166,00 s	168,00 s	167 s	6 s	1 vez
6	Varrer o chão e tirando o lixo	205,00 s	198,00 s	203,00 s	201,00 s	199,00 s	201 s	7 s	1 vez
7	Empurrar a escada	12,00 s	10,00 s	12,00 s	11,00 s	10,00 s	11 s	2 s	9 vezes
8	Adicionar a aveia	73,00 s	75,00 s	75,00 s	72,00 s	74,00 s	74 s	3 s	1 vez
9	Empurrar a escada	19,00 s	21,00 s	19,00 s	20,00 s	21,00 s	20 s	2 s	3 vezes
10	Adicionar a aveia	60,00 s	58,00 s	62,00 s	61,00 s	59,00 s	60 s	4 s	1 vez
11	Empurrar o carrinho até o tombador	24,00 s	22,00 s	20,00 s	23,00 s	21,00 s	22 s	4 s	9 vezes
12	Adicionar o açúcar	33,00 s	35,00 s	35,00 s	32,00 s	33,00 s	34 s	3 s	2 vezes
13	Adicionar a gordura	43,00 s	44,00 s	45,00 s	43,00 s	44,00 s	44 s	2 s	1 vez
14	Adicionar o mel	38,00 s	36,00 s	35,00 s	37,00 s	35,00 s	36 s	3 s	2 vezes
15	Empurrar a mesa de corantes	40,00 s	46,00 s	45,00 s	43,00 s	44,00 s	44 s	6 s	5 vezes
16	Lavar os baldes de mel	253,00 s	257,00 s	255,00 s	254,00 s	256,00 s	255 s	4 s	1 vez

Fonte: A autora

Na Tabela 11 é possível analisar a coleta do operador 2, qual foi a media encontrada dos tempos, a amplitude e o numero de cronometragens que devem ser realizadas.

Tabela 11 – Elementos do operador 2

COLETA DE DADOS									
Divisão dos Elementos do Operador 2									
$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$						n = ? z = 1,96 Er = 0,05 d ₂ = 2,326			
#	Elemento Padrão	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	MEDIA (x)	AMPLITUDE (R)	Número a cronometrar (n)
1	Adicionar o açúcar e a gordura	43,00 s	45,00 s	46,00 s	44,00 s	43,00 s	44 s	3 s	1 vez
2	Acionar o comando no painel	18,00 s	21,00 s	20,00 s	19,00 s	21,00 s	20 s	2 s	3 vezes
3	Adicionar o mel	27,00 s	31,00 s	29,00 s	28,00 s	29,00 s	29 s	4 s	5 vezes
4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	118,00 s	124,00 s	121,00 s	119,00 s	123,00 s	121 s	6 s	1 vez
5	Organizar e limpar o setor	70,00 s	68,00 s	74,00 s	72,00 s	73,00 s	71 s	6 s	2 vezes
6	Jogar o lixo	73,00 s	70,00 s	68,00 s	72,00 s	69,00 s	70 s	5 s	2 vezes
7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	42,00 s	46,00 s	45,00 s	44,00 s	42,00 s	44 s	4 s	2 vezes
8	Adicionar a aveia	60,00 s	66,00 s	62,00 s	64,00 s	61,00 s	63 s	6 s	3 vezes
9	Jogar os sacos de aveia no lixo	12,00 s	14,00 s	13,00 s	12,00 s	13,00 s	13 s	2 s	7 vezes
10	Adicionar a aveia	46,00 s	45,00 s	40,00 s	47,00 s	45,00 s	45 s	7 s	7 vezes
11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	47,00 s	53,00 s	49,00 s	51,00 s	50,00 s	50 s	6 s	4 vezes
12	Adicionar o açúcar e a gordura	46,00 s	51,00 s	48,00 s	50,00 s	47,00 s	48 s	4 s	2 vezes
13	Adicionar o mel	14,00 s	16,00 s	16,00 s	15,00 s	17,00 s	16 s	3 s	10 vezes
14	Organizar e limpar o setor	211,00 s	204,00 s	209,00 s	206,00 s	208,00 s	208 s	7 s	1 vez

Fonte: A autora

A Tabela 12 mostra os resultados obtidos a partir do acompanhamento do operador 3.

Tabela 12 – Elementos do operador 3

COLETA DE DADOS									
Divisão dos Elementos do Operador 3									
$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$						n = ? z = 1,96 E _r = 0,05 d ₂ = 2,326			
#	Elemento Padrão	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	MEDIA (x)	AMPLITUDE (R)	Número a cronometrar (n)
1	Adicionar as químicas	20,00 s	18,00 s	20,00 s	19,00 s	17,00 s	19 s	3 s	7 vezes
2	Adicionar o açúcar e a gordura	35,00 s	38,00 s	40,00 s	37,00 s	35,00 s	37 s	5 s	5 vezes
3	Puxar o carrinho de corante	11,00 s	10,00 s	10,00 s	11,00 s	10,00 s	10 s	1 s	3 vezes
4	Adicionar o mel	24,00 s	28,00 s	25,00 s	26,00 s	27,00 s	26 s	4 s	7 vezes
5	Puxar o carrinho de corante	10,00 s	11,00 s	10,00 s	11,00 s	10,00 s	10 s	1 s	3 vezes
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	77,00 s	74,00 s	79,00 s	75,00 s	76,00 s	76 s	5 s	1 vez
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	13,00 s	14,00 s	15,00 s	13,00 s	14,00 s	14 s	2 s	6 vezes
8	Levar a escada até a masseira	13,00 s	14,00 s	13,00 s	15,00 s	14,00 s	14 s	2 s	6 vezes
9	Olhar o painel	29,00 s	27,00 s	28,00 s	29,00 s	30,00 s	29 s	3 s	3 vezes
10	Desembrulhar a gordura	35,00 s	32,00 s	30,00 s	33,00 s	34,00 s	33 s	5 s	7 vezes
11	Olhar os formulários	24,00 s	25,00 s	22,00 s	23,00 s	24,00 s	24 s	3 s	4 vezes
12	Olhar o painel	49,00 s	46,00 s	45,00 s	48,00 s	47,00 s	47 s	4 s	2 vezes
13	Desligar a masseira	9,00 s	10,00 s	10,00 s	9,00 s	10,00 s	10 s	1 s	3 vezes
14	Empurrar a escada	10,00 s	11,00 s	10,00 s	10,00 s	11,00 s	10 s	1 s	3 vezes
15	Adicionar a aveia	57,00 s	55,00 s	60,00 s	58,00 s	56,00 s	57 s	5 s	2 vezes
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	22,00 s	18,00 s	20,00 s	19,00 s	21,00 s	20 s	3 s	6 vezes
17	Tirar a escada	18,00 s	17,00 s	18,00 s	18,00 s	17,00 s	18 s	1 s	1 vez
18	Adicionar a aveia	45,00 s	47,00 s	50,00 s	48,00 s	46,00 s	47 s	5 s	3 vezes
19	Preparar as aveias da próxima receita	79,00 s	70,00 s	75,00 s	81,00 s	78,00 s	77 s	11 s	6 vezes
20	Trocar os pallets	32,00 s	30,00 s	35,00 s	33,00 s	31,00 s	32 s	5 s	7 vezes
21	Abriu os sacos de aveia e jogando no lixo	38,00 s	35,00 s	37,00 s	40,00 s	36,00 s	37 s	5 s	5 vezes
22	Arrumar os sacos de açúcar	17,00 s	19,00 s	19,00 s	17,00 s	18,00 s	18 s	2 s	4 vezes
23	Adicionar o açúcar e a gordura	46,00 s	51,00 s	48,00 s	50,00 s	47,00 s	48 s	5 s	3 vezes
24	Empurrar o carrinho de mel	12,00 s	13,00 s	14,00 s	12,00 s	13,00 s	13 s	2 s	7 vezes
25	Adicionar o mel	23,00 s	20,00 s	21,00 s	22,00 s	20,00 s	21 s	3 s	6 vezes
26	Tombar a massa	16,00 s	15,00 s	16,00 s	17,00 s	15,00 s	16 s	2 s	4 vezes

Fonte: A autora

Na Tabela 13 os elementos coletados são em relação ao operador 4.

Tabela 13 - Elementos do operador 4

COLETA DE DADOS									
Divisão dos Elementos do Operador 4									
$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$						n = ? z = 1,96 Er = 0,05 d ₂ = 2,326			
#	Elemento Padrão	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	MEDIA (x)	AMPLITUDE (R)	Número a cronometrar (n)
1	Preparar as químicas	16,00 s	18,00 s	16,00 s	18,00 s	17,00 s	17 s	2 s	4 vezes
2	Adicionar a gordura	39,00 s	37,00 s	38,00 s	36,00 s	37,00 s	37 s	3 s	2 vezes
3	Adicionar o mel	27,00 s	30,00 s	29,00 s	28,00 s	29,00 s	29 s	3 s	3 vezes
4	Fechar a masseira	29,00 s	26,00 s	28,00 s	29,00 s	27,00 s	28 s	3 s	3 vezes
5	Cortar e jogando os sacos de aveia	77,00 s	79,00 s	76,00 s	78,00 s	75,00 s	77 s	4 s	1 vez
6	Puxar pallet	83,00 s	85,00 s	82,00 s	86,00 s	84,00 s	84 s	4 s	1 vez
7	Adicionar o corante	23,00 s	24,00 s	22,00 s	24,00 s	23,00 s	23 s	2 s	2 vezes
8	Puxar o pallet de aveia	66,00 s	63,00 s	65,00 s	64,00 s	62,00 s	64 s	4 s	1 vez
9	Abrir as caixas de gordura	95,00 s	90,00 s	93,00 s	91,00 s	94,00 s	93 s	5 s	4 vezes
10	Abrir os sacos de açúcar	43,00 s	40,00 s	42,00 s	44,00 s	41,00 s	42 s	4 s	3 vezes
11	Verificar os formulários	20,00 s	20,00 s	19,00 s	20,00 s	18,00 s	19 s	2 s	3 vezes
12	Empurrar a escada	13,00 s	14,00 s	13,00 s	15,00 s	14,00 s	14 s	2 s	6 vezes
13	Abrir a masseira e tombar a massa	23,00 s	22,00 s	24,00 s	23,00 s	22,00 s	23 s	2 s	2 vezes
14	Adicionar a aveia	60,00 s	66,00 s	62,00 s	64,00 s	61,00 s	63 s	6 s	3 vezes
15	Fechar a masseira	48,00 s	44,00 s	47,00 s	45,00 s	46,00 s	46 s	4 s	2 vezes
16	Abrir a masseira	13,00 s	15,00 s	13,00 s	14,00 s	15,00 s	14 s	2 s	6 vezes
17	Adicionar a aveia	48,00 s	45,00 s	46,00 s	47,00 s	49,00 s	47 s	4 s	2 vezes
18	Empurrar a escada	15,00 s	13,00 s	14,00 s	15,00 s	13,00 s	14 s	2 s	6 vezes
19	Puxar o carrinho	17,00 s	15,00 s	16,00 s	17,00 s	15,00 s	16 s	2 s	4 vezes
20	Abrir os sacos de aveia	37,00 s	39,00 s	38,00 s	36,00 s	39,00 s	38 s	3 s	2 vezes
21	Abrir a masseira e puxar a massa	37,00 s	35,00 s	32,00 s	36,00 s	34,00 s	35 s	5 s	6 vezes
22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	69,00 s	65,00 s	68,00 s	66,00 s	67,00 s	67 s	4 s	1 vez

Fonte: A autora

A partir das Tabelas 10, 11, 12 e 13 obteve-se o resultado do número de cronometragens que deveriam ser realizados para cada um dos elementos apresentados. Assim, novas cronometragens foram realizadas para completar a tabela.

3.7.5 Avaliação da velocidade do operador

Nas atividades realizadas o valor adotado para a velocidade do operador foi de 100%.

3.7.6 Determinação das tolerâncias

Para atender às necessidades pessoais dos colaboradores, o tempo considerado foi de 25 minutos, interpretado como o suficiente pela distancia que é necessário percorrer. Já para o alívio da fadiga, devido o ambiente ser meio quente, com um pouco de ruídos, o nível adotado para esse quesito foi de 1,20.

3.7.7 Determinação do tempo normal e do tempo padrão

A partir do número de ciclos que precisavam ser cronometrados (passo anterior), foi feito uma nova tabela, na qual a coleta foi de acordo com a quantidade de ciclos necessários. Assim, foi possível se obter um novo tempo médio (TM) para cada elemento, que foram utilizados para encontrar o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP) dos mesmos.

A Tabela 14 mostra os resultados obtidos a partir da quantidade do número de cronometragens que deveriam ser realizadas para cada um dos elementos. Nela também se encontram os resultados do tempo médio, tempo normal e tempo padrão para o operador 1.

Tabela 14 - Valores de n, TN e TP - Operador 1

COLETA DE DADOS													TN = TC x V		
Célula: Operador 1													TP = TN x FT		
#	Elemento Padrão	Número a cronometrar (n)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	TM	TN	TP
1	Adicionar o açúcar e a gordura	1 vez	52,00 s										52 s	52 s	62 s
2	Varrer o chão da masseira	2 vezes	23,00 s	25,00 s									24 s	24 s	29 s
3	Adicionar o mel	4 vezes	34,00 s	38,00 s	35,00 s	36,00 s							35 s	35 s	42 s
4	Adicionar ingredientes na masseira	2 vezes	80,00 s	75,00 s									80 s	80 s	96 s
5	Organizar e limpar o setor	1 vez	164,00 s										164 s	164 s	197 s
6	Varrer o chão e tirando o lixo	1 vez	205,00 s										205 s	205 s	246 s
7	Empurrar a escada	9 vezes	12,00 s	10,00 s	12,00 s	11,00 s	10,00 s	11,00 s	12,00 s	10,00 s	10,00 s		11 s	11 s	13 s
8	Adicionar a aveia	1 vez	73,00 s										73 s	73 s	88 s
9	Empurrar a escada	3 vezes	19,00 s	21,00 s	19,00 s								20 s	20 s	24 s
10	Adicionar a aveia	1 vez	60,00 s										60 s	60 s	72 s
11	Empurrar o carrinho até o tombador	9 vezes	24,00 s	22,00 s	20,00 s	23,00 s	21,00 s	22,00 s	24,00 s	23,00 s	20,00 s		22 s	22 s	26 s
12	Adicionar o açúcar	2 vezes	33,00 s	35,00 s									34 s	34 s	41 s
13	Adicionar a gordura	1 vez	43,00 s										43 s	43 s	52 s
14	Adicionar o mel	2 vezes	38,00 s	36,00 s									37 s	37 s	44 s
15	Empurrar a mesa de corantes	5 vezes	40,00 s	46,00 s	45,00 s	43,00 s	44,00 s						43 s	43 s	52 s
16	Lavar os baldes de mel	1 vez	253,00 s										253 s	253 s	304 s

Fonte: A autora

Assim como a tabela anterior, as Tabelas 15 e 16 demonstram todos os resultados obtidos a partir da quantidade de cronometragens que foi solicitada para os operadores 2 e 3 respectivamente.

Tabela 15 – Valores de n, TN e TP - Operador 2

COLETA DE DADOS												TN = TC x V			
Célula: Operador 2												TP = TN x FT			
#	Elemento Padrão	Número a cronometrar (n)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	TM	TN	TP
1	Adicionar o açúcar e a gordura	1 vez	43,00 s										43 s	43 s	52 s
2	Acionar o comando no painel	3 vezes	18,00 s	21,00 s	20,00 s								20 s	20 s	24 s
3	Adicionar o mel	5 vezes	27,00 s	31,00 s	29,00 s	28,00 s	29,00 s						29 s	29 s	35 s
4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	1 vez	118,00 s										118 s	118 s	142 s
5	Organizar e limpar o setor	2 vezes	70,00 s	68,00 s									69 s	69 s	83 s
6	Jogar o lixo	2 vezes	73,00 s	70,00 s									72 s	72 s	86 s
7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	2 vezes	42,00 s	46,00 s									44 s	44 s	53 s
8	Adicionar a aveia	3 vezes	60,00 s	66,00 s	62,00 s								62 s	62 s	74 s
9	Jogar os sacos de aveia no lixo	7 vezes	12,00 s	15,00 s	13,00 s	15,00 s	14,00 s	12,00 s	15,00 s				14 s	14 s	17 s
10	Adicionar a aveia	7 vezes	48,00 s	45,00 s	40,00 s	47,00 s	49,00 s	43,00 s	46,00 s				46 s	46 s	55 s
11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	4 vezes	47,00 s	53,00 s	49,00 s	51,00 s							50 s	50 s	60 s
12	Adicionar o açúcar e a gordura	2 vezes	46,00 s	51,00 s									49 s	49 s	59 s
13	Adicionando o mel	10 vezes	14,00 s	18,00 s	16,00 s	15,00 s	17,00 s	18,00 s	15,00 s	17,00 s	14,00 s	15,00 s	16 s	16 s	19 s
14	Organizar e limpar o setor	1 vez	211,00 s										211 s	211 s	253 s

Fonte: A autora

Tabela 16 - Valores de n, TN e TP - Operador 3

COLETA DE DADOS												TN = TC x V			
Célula: Operador 3												TP = TN x FT			
#	Elemento Padrão	Número a cronometrar (n)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	TM	TN	TP
1	Adicionar as químicas	7 vezes	20,00 s	18,00 s	17,00 s	21,00 s	16,00 s	19,00 s	18,00 s				18 s	18 s	22 s
2	Adicionar o açúcar e a gordura	5 vezes	35,00 s	38,00 s	40,00 s	37,00 s	35,00 s						37 s	37 s	44 s
3	Puxar o carrinho de corante	3 vezes	11,00 s	10,00 s	12,00 s								11 s	11 s	13 s
4	Adicionar o mel	7 vezes	24,00 s	28,00 s	25,00 s	26,00 s	27,00 s	25,00 s	24,00 s				26 s	26 s	31 s
5	Puxar o carrinho de corante	3 vezes	7,00 s	12,00 s	10,00 s								10 s	10 s	12 s
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	1 vez	77,00 s										77 s	77 s	92 s
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	6 vezes	10,00 s	12,00 s	15,00 s	13,00 s	14,00 s	15,00 s					13 s	13 s	16 s
8	Levar a escada até a masseira	6 vezes	13,00 s	10,00 s	12,00 s	15,00 s	11,00 s	12,00 s					12 s	12 s	14 s
9	Olhar o painel	3 vezes	29,00 s	25,00 s	28,00 s								28 s	28 s	34 s
10	Desembrulhar a gordura	7 vezes	35,00 s	32,00 s	30,00 s	33,00 s	34,00 s	31,00 s	33,00 s				32 s	32 s	38 s
11	Olhar os formulários	4 vezes	24,00 s	25,00 s	20,00 s	23,00 s							23 s	23 s	28 s
12	Olhar o painel	2 vezes	49,00 s	40,00 s									45 s	45 s	54 s
13	Desligar a masseira	3 vezes	9,00 s	6,00 s	11,00 s								9 s	9 s	11 s
14	Empurrar a escada	3 vezes	9,00 s	12,00 s	10,00 s								10 s	10 s	12 s
15	Adicionar a aveia	2 vezes	57,00 s	55,00 s									56 s	56 s	67 s
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	6 vezes	22,00 s	18,00 s	20,00 s	19,00 s	21,00 s	20,00 s					20 s	20 s	24 s
17	Tirar a escada	1 vez	14,00 s										14 s	14 s	17 s
18	Adicionar a aveia	3 vezes	45,00 s	47,00 s	50,00 s								47 s	47 s	56 s
19	Preparar as aveias da próxima receita	6 vezes	79,00 s	70,00 s	75,00 s	81,00 s	78,00 s	73,00 s					76 s	76 s	91 s
20	Trocar os pallets	7 vezes	32,00 s	30,00 s	35,00 s	33,00 s	31,00 s	34,00 s	32,00 s				32 s	32 s	38 s
21	Abrir os sacos de aveia e jogando no lixo	5 vezes	38,00 s	35,00 s	37,00 s	40,00 s	36,00 s						37 s	37 s	44 s
22	Arrumar os sacos de açúcar	4 vezes	17,00 s	15,00 s	19,00 s	16,00 s							16 s	16 s	19 s
23	Adicionar o açúcar e a gordura	3 vezes	46,00 s	51,00 s	48,00 s								48 s	48 s	58 s
24	Empurrar o carrinho de mel	7 vezes	12,00 s	10,00 s	14,00 s	11,00 s	13,00 s	12,00 s	11,00 s				12 s	12 s	14 s
25	Adicionar o mel	6 vezes	23,00 s	20,00 s	21,00 s	22,00 s	20,00 s	23,00 s					22 s	22 s	26 s
26	Tombar a massa	4 vezes	11,00 s	15,00 s	13,00 s	17,00 s							14 s	14 s	17 s

Fonte: A autora

A Tabela 17 mostra os resultados do operador 4.

Tabela 17 - Valores de n - Operador 4

COLETA DE DADOS												TN = TC x V			
Célula: Operador 4												TP = TN x FT			
#	Elemento Padrão	Número a cronometrar (n)	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	TM	TN	TP
1	Preparar as químicas	4 vezes	15,00 s	18,00 s	16,00 s	14,00 s							15 s	15 s	18 s
2	Adicionar a gordura	2 vezes	39,00 s	35,00 s									37 s	37 s	44 s
3	Adicionar o mel	3 vezes	27,00 s	31,00 s	29,00 s								29 s	29 s	35 s
4	Fechar a masseira	3 vezes	29,00 s	26,00 s	28,00 s								28 s	28 s	34 s
5	Cortar e jogando os sacos de aveia	1 vez	77,00 s										77 s	77 s	92 s
6	Puxar o pallet	1 vez	83,00 s										83 s	83 s	100 s
7	Adicionar o corante	2 vezes	23,00 s	20,00 s									22 s	22 s	26 s
8	Puxar o pallet de aveia	1 vez	66,00 s										66 s	66 s	79 s
9	Abrir as caixas de gordura	4 vezes	95,00 s	90,00 s	93,00 s	91,00 s							93 s	93 s	112 s
10	Abrir os sacos de açúcar	3 vezes	43,00 s	40,00 s	42,00 s								42 s	42 s	50 s
11	Verificar os formulários	3 vezes	21,00 s	17,00 s	19,00 s								19 s	19 s	23 s
12	Empurrar a escada	6 vezes	10,00 s	14,00 s	12,00 s	15,00 s	11,00 s	13,00 s					13 s	13 s	16 s
13	Abrir a masseira e tombar a massa	2 vezes	23,00 s	20,00 s									22 s	22 s	26 s
14	Adicionar a aveia	3 vezes	60,00 s	66,00 s	62,00 s								62 s	62 s	74 s
15	Fechar a masseira	2 vezes	48,00 s	44,00 s									46 s	46 s	55 s
16	Abrir a masseira	6 vezes	13,00 s	15,00 s	11,00 s	14,00 s	12,00 s	14,00 s					13 s	13 s	16 s
17	Adicionar a aveia	2 vezes	48,00 s	45,00 s									47 s	47 s	56 s
18	Empurrar a escada	6 vezes	15,00 s	12,00 s	14,00 s	10,00 s	13,00 s	14,00 s					12 s	12 s	14 s
19	Puxar o carrinho	4 vezes	17,00 s	14,00 s	16,00 s	17,00 s							16 s	16 s	19 s
20	Abrir os sacos de aveia	2 vezes	37,00 s	40,00 s	38,00 s	36,00 s	39,00 s						38 s	38 s	46 s
21	Abrir a masseira e puxar a massa	6 vezes	37,00 s	35,00 s									36 s	36 s	43 s
22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	1 vez	69,00 s										69 s	69 s	83 s

Fonte: A autora

3.7.8 Construção do GBO com os dados obtidos a partir do método de MARTINS e LAUGENI (2013)

A partir do estudo elaborado utilizando os métodos dos autores Martins e Laugeni, 2013, foi realizado também um gráfico de balanceamento de operadores, com a finalidade de averiguar se os resultados obtidos para cada um dos colaboradores foi semelhante ao método utilizado pela empresa ABC em suas análises.

As representações dos gráficos foram colocadas no mesmo modelo, para que as diferenças obtidas fossem fáceis de serem vistas. Com o método dos autores foi possível perceber que a ocupação dos colaboradores aumentou, devido o fato de que nessas análises foram consideradas o fator de fadiga.

O Gráfico 6 mostra a análise do GBO dos operadores 1 e 2.

Gráfico 6 - GBO dos operadores 1 e 2 (método autores)

Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s			
OCUPAÇÃO =		95,54%		OCUPAÇÃO =		90,38%	
		[Gráfico de barras empilhadas mostrando a ocupação de 95,54% para o Operador 1]				[Gráfico de barras empilhadas mostrando a ocupação de 90,38% para o Operador 2]	
Operador 1		NVA	888 s	Operador 2		NVA	0 s
		NVA _n	14.700 s			NVA _n	18.732 s
		VA	11.928 s			VA	7.296 s
#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.488 s	1	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.248 s
2	Varrer o chão da masseira	NVA _n	696 s	2	Acionar o comando no painel	NVA _n	576 s
3	Adicionar o mel	VA	1.008 s	3	Adicionar o mel	VA	840 s
4	Adicionar ingredientes na masseira	VA	2.304 s	4	Pesar os baldes de mel (3 unid)	NVA _n	3.408 s
5	Organizar e limpar o setor	NVA _n	4.728 s	5	Organizar e limpar o setor	NVA _n	1.992 s
6	Varrer o chão e tirar o lixo	NVA _n	5.904 s	6	Jogar o lixo	NVA _n	2.064 s
7	Empurrar a escada	NVA	312 s	7	Jogar as caixas de gordura na grade de lixo	NVA _n	1.272 s
8	Adicionar a aveia	VA	2.112 s	8	Adicionar a aveia	VA	1.776 s
9	Empurrar a escada	NVA	576 s	9	Jogar os sacos de aveia no lixo	NVA _n	408 s
10	Adicionar a aveia	VA	1.728 s	10	Adicionar a aveia	VA	1.320 s
11	Empurrar o carrinho até o tombador	NVA _n	624 s	11	Jogar os sacos de aveia na grade de lixo	NVA _n	1.440 s
12	Adicionar o açúcar	VA	984 s	12	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.416 s
13	Adicionar a gordura	VA	1.248 s	13	Adicionar o mel	VA	696 s
14	Adicionar o mel	VA	1.056 s	14	Organizar e limpar o setor	NVA _n	6.072 s
15	Empurrar a mesa de corantes	NVA _n	1.248 s	15	Banheiro	NVA _n	1.500 s
16	Banheiro	NVA _n	1.500 s				

Fonte: A autora

O Gráfico 7 representa o GBO dos operadores 3 e 4.

Gráfico 7 - GBO dos operadores 3 e 4 (método autores)

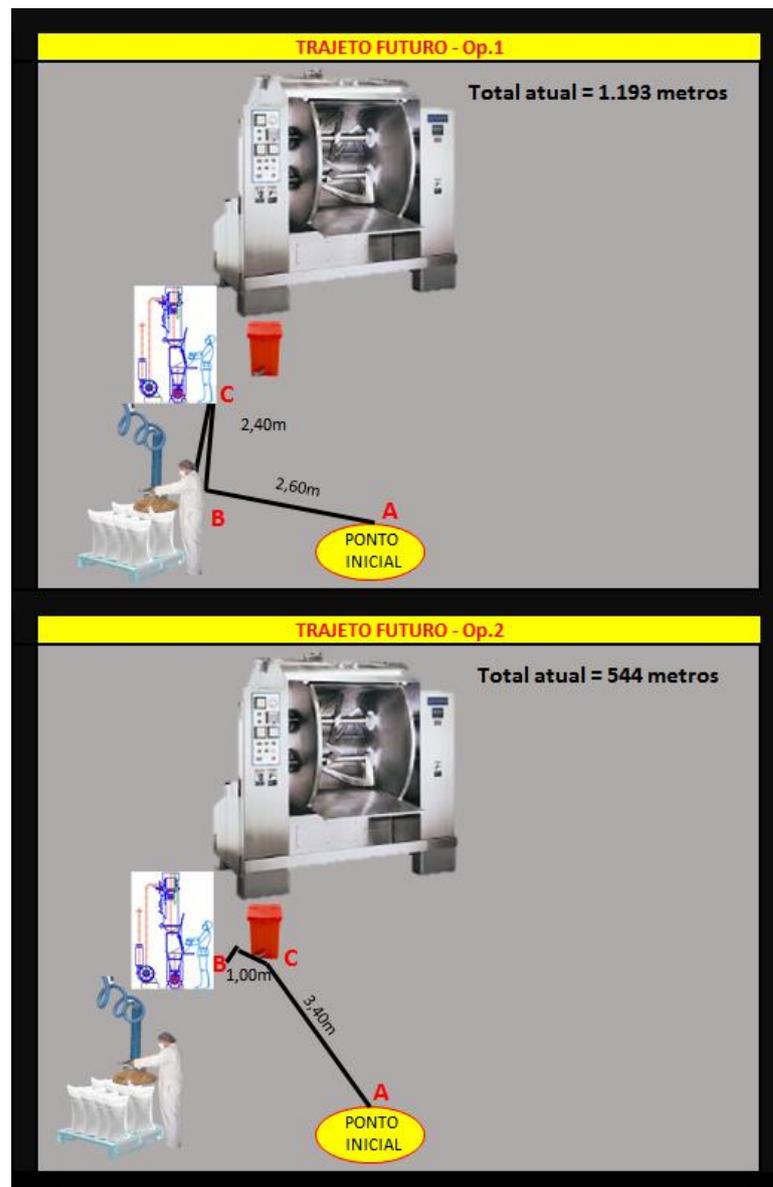
Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s			
OCUPAÇÃO = 79,54%				OCUPAÇÃO = 93,63%			
Operador 3		NVA	1.032 s	Operador 4		NVA	720 s
		NVAAn	14.172 s			NVAAn	20.604 s
		VA	7.704 s			VA	5.640 s
#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
1	Adicionar as químicas	VA	528 s	1	Preparar as químicas	NVAAn	432 s
2	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.056 s	2	Adicionar a gordura	VA	1.056 s
3	Puxar o carrinho de corante	NVAAn	312 s	3	Adicionar o mel	VA	840 s
4	Adicionar o mel	VA	744 s	4	Fechar a masseira	NVAAn	816 s
5	Puxar o carrinho de corante	NVAAn	288 s	5	Cortar e jogar os sacos de aveia	NVAAn	2.208 s
6	Arrumar e abrir os sacos de aveia	NVAAn	2.208 s	6	Puxar o pallet	NVAAn	2.400 s
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	NVAAn	384 s	7	Adicionar o corante	VA	624 s
8	Levar a escada até a masseira	NVA	336 s	8	Puxar o pallet de aveia	NVAAn	1.896 s
9	Olhar o painel	NVAAn	816 s	9	Abrir as caixas de gordura	NVAAn	2.688 s
10	Desembrulhar a gordura	NVAAn	912 s	10	Abrir os sacos de açúcar	NVAAn	1.200 s
11	Olhar os formulários	NVAAn	672 s	11	Verificar os formulários	NVAAn	552 s
12	Olhar o painel	NVAAn	1.296 s	12	Empurrar a escada	NVA	384 s
13	Desligar a masseira	NVAAn	264 s	13	Abrir a masseira e tombar a massa	NVAAn	624 s
14	Empurrar a escada	NVA	288 s	14	Adicionar a aveia	VA	1.776 s
15	Adicionar a aveia	VA	1.608 s	15	Fechar a masseira	NVAAn	1.320 s
16	Juntar os sacos para jogar no lixo	NVAAn	576 s	16	Abrir a masseira	NVAAn	384 s
17	Tirar a escada	NVA	408 s	17	Adicionar a aveia	VA	1.344 s
18	Adicionar a aveia	VA	1.344 s	18	Empurrar a escada	NVA	336 s
19	Preparar as aveias da próxima receita	NVAAn	2.184 s	19	Puxar o carrinho	NVAAn	456 s
20	Trocar os pallets	NVAAn	912 s	20	Abrir os sacos de aveia	NVAAn	1.104 s
21	Abrir os sacos de aveia e jogar no lixo	NVAAn	1.056 s	21	Abrir a masseira e puxar a massa	NVAAn	1.032 s
22	Arrumar os sacos de açúcar	NVAAn	456 s	22	Empurrar o carrinho e tombar a massa	NVAAn	1.992 s
23	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.392 s	23	Banheiro	NVAAn	1.500 s
24	Empurrar o carrinho de mel	NVAAn	336 s				
25	Adicionar o mel	VA	624 s				
26	Tombar a massa	VA	408 s				
27	Banheiro	NVAAn	1.500 s				

Fonte: A autora

3.7.9 Construção de um novo cenário para simulação do manipulador a vácuo

Para realizar a simulação do manipulador utilizando o método dos autores, um novo cenário foi ilustrado, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Diagrama de Espaguete para simulação



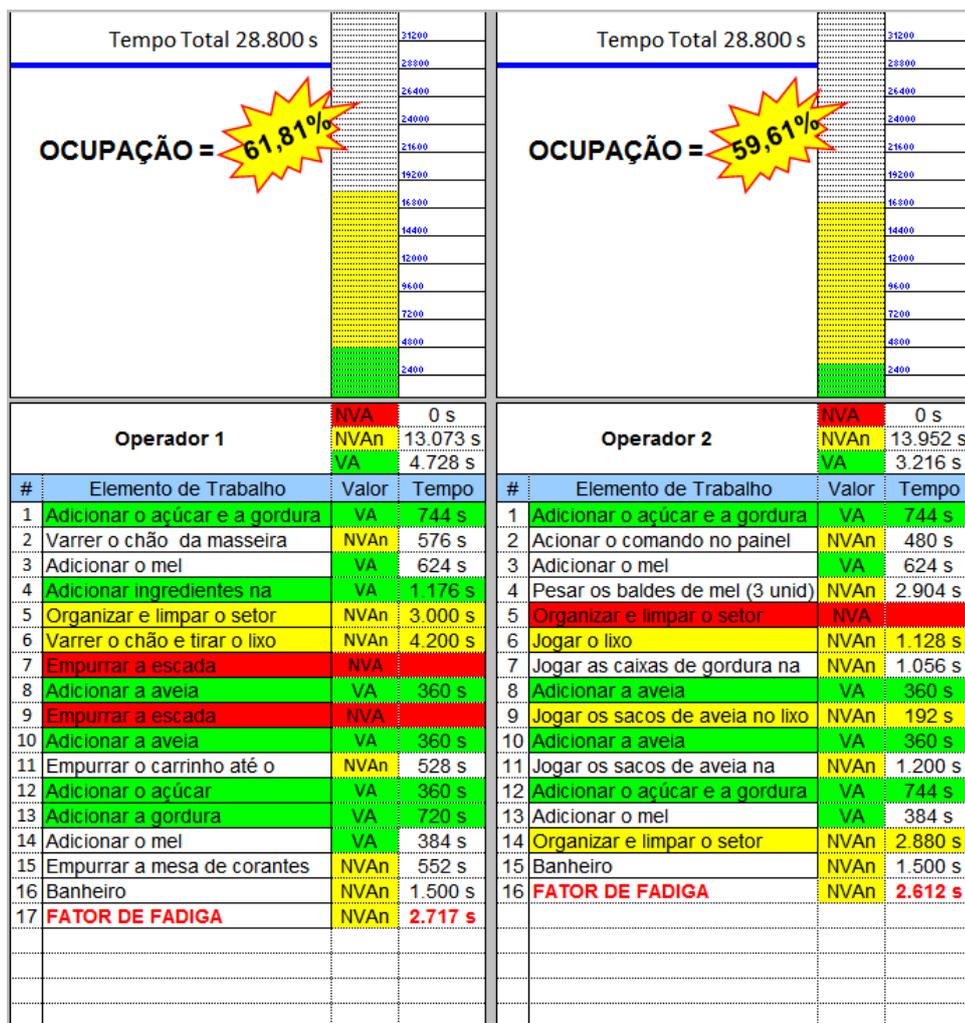
Fonte: A autora

Como a simulação feita foi apenas com um cenário imaginário, não era muito viável que a mesma simulação fosse realizada diversas vezes, dessa maneira, para obter qual seria a ocupação dos colaboradores com o manipulador a vácuo, foram consideradas as análises realizadas, acrescentadas proporcionalmente o fator de fadiga para cada uma delas.

Ao representar o cenário simulado com o GBO, ficou evidente que se considerar corretamente o fator de fadiga não é possível reduzir o número de colaboradores de 4 para 2 pessoas, como seria inicialmente proposto para a empresa ABC de acordo com o método de estudo que ela utiliza.

Na primeira representação o Gráfico 8 mostra que não é possível combinar as atividades dos operadores 1 e 2 somente para uma pessoa.

Gráfico 8 - GBO com o simulador e fator de fadiga



Fonte: A autora

No Gráfico 9 é possível ver que um único colaborador não conseguirá realizar as atividades dos operadores 1 e 2 junto.

Gráfico 9 - GBO com o simulador e fator de fadiga

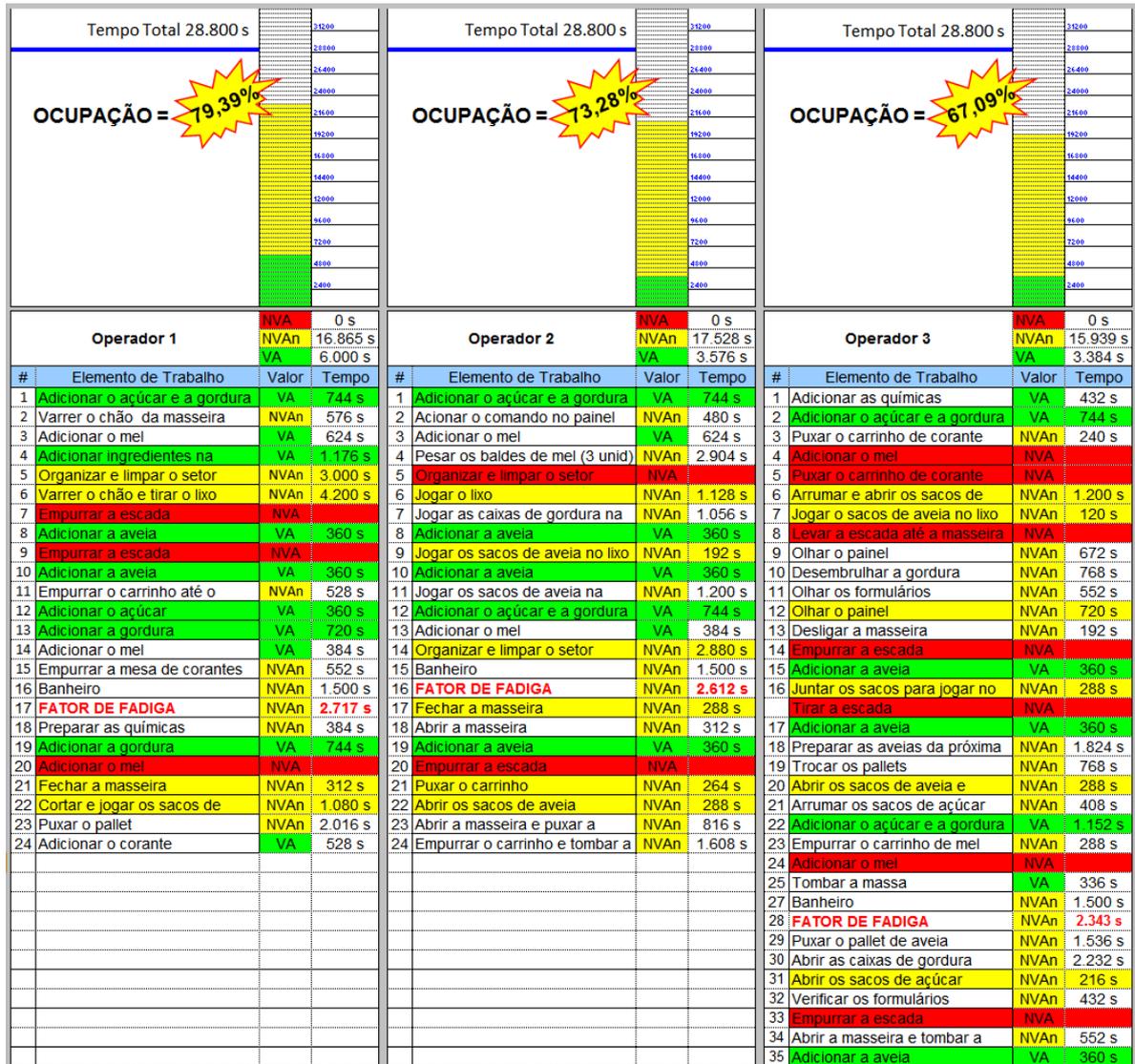
Tempo Total 28.800 s				Tempo Total 28.800 s			
OCUPAÇÃO = 54,01%				OCUPAÇÃO = 64,91%			
Operador 3		NVA	0 s	Operador 4		NVA	0 s
		NVAn	12.171 s			NVAn	16.702 s
		VA	3.384 s			VA	1.992 s
#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo	#	Elemento de Trabalho	Valor	Tempo
1	Adicionar as químicas	VA	432 s	1	Preparar as químicas	NVAn	384 s
2	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	744 s	2	Adicionar a gordura	VA	744 s
3	Puxar o carrinho de corante	NVAn	240 s	3	Adicionar o mel	NVA	
4	Adicionar o mel	NVA		4	Fechar a masseira	NVAn	312 s
5	Puxar o carrinho de corante	NVA		5	Cortar e jogar os sacos de	NVAn	1.080 s
6	Arrumar e abrir os sacos de	NVAn	1.200 s	6	Puxar o pallet	NVAn	2.016 s
7	Jogar o sacos de aveia no lixo	NVAn	120 s	7	Adicionar o corante	VA	528 s
8	Levar a escada até a masseira	NVA		8	Puxar o pallet de aveia	NVAn	1.536 s
9	Olhar o painel	NVAn	672 s	9	Abrir as caixas de gordura	NVAn	2.232 s
10	Desembrulhar a gordura	NVAn	768 s	10	Abrir os sacos de açúcar	NVAn	216 s
11	Olhar os formulários	NVAn	552 s	11	Verificar os formulários	NVAn	432 s
12	Olhar o painel	NVAn	720 s	12	Empurrar a escada	NVA	
13	Desligar a masseira	NVAn	192 s	13	Abrir a masseira e tombar a	NVAn	552 s
14	Empurrar a escada	NVA		14	Adicionar a aveia	VA	360 s
15	Adicionar a aveia	VA	360 s	15	Fechar a masseira	NVAn	288 s
16	Juntar os sacos para jogar no	NVAn	288 s	16	Abrir a masseira	NVAn	312 s
	Tirar a escada	NVA		17	Adicionar a aveia	VA	360 s
17	Adicionar a aveia	VA	360 s	18	Empurrar a escada	NVA	
18	Preparar as aveias da próxima	NVAn	1.824 s	19	Puxar o carrinho	NVAn	264 s
19	Trocar os pallets	NVAn	768 s	20	Abrir os sacos de aveia	NVAn	288 s
20	Abrir os sacos de aveia e	NVAn	288 s	21	Abrir a masseira e puxar a	NVAn	816 s
21	Arrumar os sacos de açúcar	NVAn	408 s	22	Empurrar o carrinho e tombar a	NVAn	1.608 s
22	Adicionar o açúcar e a gordura	VA	1.152 s	23	Banheiro	NVAn	1.500 s
23	Empurrar o carrinho de mel	NVAn	288 s	24	FATOR DE FADIGA	NVAn	2.866 s
24	Adicionar o mel	NVA					
25	Tombar a massa	VA	336 s				
27	Banheiro	NVAn	1.500 s				
28	FATOR DE FADIGA	NVAn	2.343 s				

Fonte: A autora

O que é possível e viável realizar a partir do método dos autores, é a redução correta de colaboradores, passando de 4 para 3 pessoas. Assim, as atividades de todos ficam mais

bem balanceadas e nenhum fica sobrecarregado demais. No Gráfico 10, foi realizada a redução do colaborador 4, então, as atividades que eram realizadas por ele, foram balanceadas entre os outros 3 colaboradores que permaneceram no setor.

Gráfico 10 - GBO com atividades divididas entre 3 colaboradores



Fonte: A autora

4 RESULTADOS

Após o término da realização dos estudos pelos dois métodos apresentados, foram comparadas as duas análises concretizadas e então, foi verificado que houve diferença no resultado final do conteúdo proposto inicialmente pelo método da empresa ABC e o método utilizado à partir das referências dos autores MARTINS e LAUGENI, 2013. Os resultados dos estudos distintos serão apresentados nos próximos tópicos.

4.1 Resultados do método da empresa

Ao realizar o estudo pelo método da empresa ABC, foi visto que com a instalação de um novo equipamento, o manipulador a vácuo, era possível melhorar a ergonomia dos colaboradores existentes no setor. Este equipamento eliminaria duas principais atividades que prejudicavam os operadores: o carregamento das sacarias contendo 25 kg em uma altura acima do ombro e a subida na escada com este peso. Eliminando esses dois procedimentos a questão da ergonomia já seria resolvida e o manipulador passava a ser viável.

Aproveitando a realização deste estudo, foi decidido que os operadores do setor seriam acompanhados para saber qual era o tempo ocupado por cada um deles, já que o setor dessa maneira analisada era a que possuía o maior numero de colaboradores. Assim, foi realizado um acompanhamento com dois cenários: o que estava sendo feito até o momento e um próximo, com a simulação do equipamento no setor.

A instalação do manipulador reduzia além das duas atividades citadas, a movimentação do colaborador, na qual era reduzido também o tempo dos processos que ele necessitava fazer. Então, a partir da simulação realizada foi feito um novo GBO, na qual se eliminava as principais atividades que se relacionava a questão da ergonomia e se reduzia o tempo de outras.

Feito isso, ficou perceptível no GBO que os colaboradores passavam a ter o seu tempo menos ocupado, tornando-os mais ociosos. Analisando então o cenário da simulação verificou-se a possibilidade de reduzir a quantidade de colaboradores, balanceando melhor as atividades para que o tempo deles fosse mais bem aproveitados.

Utilizando o GBO e balanceando as atividades entre os operadores, conseguimos reduzir a quantidade de colaboradores no setor de 4 para apenas 2, o resultado foi obtido a partir de todo o conteúdo cronometrado e avaliado.

Reduzindo a mão de obra no setor seria possível realocá-los para outros setores que estavam necessitando de uma mão de obra a mais. Realocando esses colaboradores, a empresa conseguia atender suas necessidades sem aumentar o seu investimento contratando novos operadores.

Com o estudo finalizado, a proposta da compra do equipamento de manipulador a vácuo foi feita, com o intuito de além de melhorar ergonomicamente a situação dos colaboradores, reduzir a quantidade de operadores, realocando-os para outros setores.

4.2 Resultados aplicando o método de Martins e Laugeni (2013)

Aplicando o método de estudo dos autores Martins e Laugeni, foram encontrados alguns elementos diferentes para o conteúdo que estava sendo realizado na empresa ABC. Seguindo a metodologia do livro, o passo a passo foi elaborado de um modo mais detalhado, na qual a atividade passou a ser mais bem elaborada.

Os autores mostram como realizar as coletas minuciosamente, observando atentamente cada um de seus detalhes, anotando os possíveis métodos que podem ser utilizados para a realização do estudo e mostrando quais são os elementos que devemos escolher para realizar o acompanhamento.

Inicialmente uma cronoanálise com pequenas amostras de coletas é o suficiente para iniciar o acompanhamento. Com essa pequena coleta é possível utilizar a expressão para chegar ao resultado da quantidade de vezes que o elemento deve ser realmente cronometrado. Após saber quantas vezes cronometrar cada elemento, é importante considerar alguns fatores, tais como: a velocidade do operador, a determinação das tolerâncias, a tolerância para o alívio de fadiga e necessidades pessoais, a questão ergonômica entre outras.

Realizando o mesmo estudo novamente, agora com base no método dos autores, foi identificado que além de mais preciso, eles utilizam dados desconsiderados pela empresa, assim como o fator de fadiga, que está relacionado não só ao cansaço, mas também ao ambiente local na qual se realiza as atividades, interferindo a temperatura ambiente e ruídos.

Elaborando todos os cálculos que o método explica, chega-se num resultado final diferente do apresentado no estudo da empresa ABC, na qual se reduzia a quantidade de 4 colaboradores para apenas 2 pessoas. O estudo segundo Martins e Laugeni, mostra que essa redução é inviável, pois os colaboradores ficariam sobrecarregados e extremamente esgotados, não conseguindo realizar as suas atividades com tanta eficiência. O estudo

comprovou que é possível reduzir sim, porém um único colaborador, passando a ser de 4 operadores para 3 pessoas, nas quais estas 3 que permaneceram no setor, receberam cada um, um pouco da atividade daquele que foi realocado, balanceando melhor suas atividades.

4.3 Análise e comparativo dos resultados

Os dois conteúdos estudados resultaram em análises diferentes, com o conteúdo mostrado pelos autores foi visto que a proposta que seria feita para a empresa se tornaria inviável e provavelmente causaria problemas futuros no setor da masseria. Já com o estudo realizado pelo método do livro, ficou comprovado que é de extrema importância considerar alguns fatores que a empresa não considerava anteriormente.

A partir da diferença de dados obtidos, os resultados foram mostrados novamente, sendo possível corrigir o estudo proposto, indicando que a melhora na ergonomia acompanharia o ganho de uma pessoa para outro setor e não duas. Mesmo com a alteração realizada no estudo, a compra do equipamento foi validada, porém o mesmo só passará a ser cotado e investido no próximo ano. Isso porque a cota de investimento do ano atual já foi atingida, precisando esperar o próximo para que o projeto dê continuidade.

5 CONCLUSÃO

O conteúdo estudado foi de extrema importância, pois com ele foi possível aprender a maneira correta de se realizar uma coleta de dados e de se obter um gráfico de balanceamento de operadores ideal, considerando todos os fatores existentes e que interferem em seu resultado final. As intervenções que se relacionam aos seres humanos devem sempre ser consideradas, pois são fatores essenciais que ficam responsáveis pela boa elaboração das atividades dos operadores.

Com as análises realizadas ficou evidente que fatores que às vezes passam despercebidos, se ignorados, são capazes de arruinar todos os processos de um trabalhoso projeto. Pois, se esquecidos, eles irão mudar todo o cenário que foi analisado, tornando-o muitas vezes inviável. Esse cenário inviável apareceria caso o equipamento fosse instalado e os colaboradores fossem retirados em uma quantidade maior do que o que deveria, impactando diretamente no resultado da linha, gerando certamente problemas em seu processo.

A metodologia descrita pelos autores MARTINS e LAUGENI (2013) também foi de grande relevância para a empresa, uma vez que a mesma permitiu que o estudo fosse realizado. E então, com o resultado do estudo ela passou a utilizar o método correto, observando melhor como os estudos estavam sendo realizados, colocando como prioridade em todos os acompanhamentos os fatores ambientais e ergonômicos.

Contudo, a aprovação da compra do equipamento de manipulador a vácuo foi realizada e, como um próximo passo, ficará a espera e a concretização dessa instalação, para que as análises feitas tenham o mesmo resultado com o funcionamento do equipamento no setor das masseiras da empresa ABC. Desse modo, o objetivo deste presente estudo foi concluído, pois a análise, comparação entre os dois métodos estudados e a avaliação do melhor método foram realizados, resultando em uma análise correta para modificar o cenário de um setor.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**. 13ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013. Acesso em: 15 mar. 2016

GOMES, J. E.; OLIVEIRA, J. L.; ELIAS, S. J.; BARRETO, A. F.; ARAGÃO, R. L. **Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva – Um estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Acesso em: 08 set. 2016.

KISHIDA, M., S.H., GUERRA, E. **Benefícios da Implementação do Trabalho Padronizado na ThyssenKrupp**. 2005. Disponível em <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. 5ª ed. São Paulo, 2016.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da Produção**. 2ªed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013. Acesso em: 10 mar. 2016.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala**. São Paulo: Editora Bookman, 2013.

PEINADO, J., GRAEML, A. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Editora UnicenP, 2007.

ROTHER, M., HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2002. Acesso em: 02 mar. 2016.

<<http://www.gh.ind.br/7-disperdicios.html>> Acesso em: 02 mar. 2016

<<http://ctaequipamentos.com.br/novo/pinicial.php?page=p%c3%a1gina%20inicial&sel=0>> Acesso em: 10 set. 2016.