

ENGENHARIA DE MÉTODOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

WORK STUDY: A REVIEW OF THE LITERATURE ON TIME- MOTION STUDY

Artigo recebido em dezembro de 2017

Letícia Ali Figueiredo Ferreira¹
Ana Carla de Souza Gomes dos Santos²
Josinaldo de Oliveira Dias³
Luiz Phillipe Mota Pessanha⁴

RESUMO

A Engenharia de Métodos, que compreende o estudo de tempos e movimentos, é uma das mais importantes e antigas áreas da Engenharia de Produção. Entretanto, apesar do significativo impacto dos seus estudos na busca pela melhoria da produtividade e desempenho das organizações, pouco se tem visto em produção acadêmica na área. Dificuldades relacionadas ao levantamento de informações bibliográficas possui relação direta com este fato. Assim, este trabalho busca contribuir para a construção da informação referente ao estudo de tempos e movimentos por meio do desenvolvimento de um ensaio teórico baseado em um levantamento bibliográfico de artigos publicados entre os anos de 2009 e 2017, relacionando aspectos multidisciplinares e da literatura tradicional e proporcionando uma comunicação efetiva entre diferentes atores e percepções da área.

Palavras-chave: Ensaio teórico. Taylorismo. Análise do trabalho. Medição do trabalho.

ABSTRACT

Work study, which includes time and motion studies, is one of the most important and traditional areas of Industrial Engineering. However, despite the significant impact of its studies to increase both productivity and performance of organizations, little has been seen in academic production in the area. Difficulties related to the bibliographic are directly related to this fact. Thus, this work seeks to contribute to the construction of information related to time and motion studies through the development of a theoretical essay based on a bibliographical study of articles published from 2009 to 2017, relating multidisciplinary aspects and traditional literature, providing an effective communication among different actors and perceptions of the area.

Keywords: Theoretical essay. Taylorism. Work analysis. Work measurement.

¹ Discente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: leticialifig@gmail.com.

² Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio de Janeiro. E-mail: anacarla.engenharia@gmail.com.

³ Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Docente da Universidade Cândido Mendes. E-mail: josinaldo.engenharia@yahoo.com.br.

⁴ Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Docente da Universidade Cândido Mendes. E-mail: luizmpessanha@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia de Métodos, inserida no estudo de projetos, operações e melhoria de sistemas produtivos da entrega de bens e serviços, possui sua história estreitamente associada ao surgimento da Engenharia de Produção em decorrência da relevância e pioneirismo das proposições e contribuições de Frederick W. Taylor, Frank B. Gilbreth e Lillian M. Gilbreth, sendo estes reconhecidos como exercendo papéis fundamentais na origem do tratamento adequado e sistemático dos processos de produção (DURAN; CETINDERE; AKSU, 2015; MENDOZA-CHACÓN et al., 2016). O estudo de métodos e medidas do trabalho são suas contribuições mais relevantes (LAN; WANG; MA, 2009; MOKTADIR et al., 2017; OCHOA et al., 2017; SOUSA et al., 2015).

Ainda hoje, os métodos propostos dentro da Engenharia de Métodos, que é uma das mais antigas subáreas de conhecimento da Engenharia de Produção, possuem grande relevância no contexto organizacional. O mercado competitivo possui uma enorme influência no esforço das empresas na busca pela melhoria da produtividade, desempenho e organização do trabalho, sendo estes alguns dos mais importantes resultados da engenharia de métodos (MORI et al., 2015; SOUSA et al., 2015). Assim, a aplicação das metodologias para estudo e mensuração dos métodos de trabalho são o foco central de artigos científicos e estudos de caso, que buscam comprovar a eficiência da sua aplicação em diferentes cenários e âmbitos institucionais (MOKTADIR et al., 2017; WAGENAAR et al., 2016) ou (Ver: NAIK; AGOLA; RATHOD, 2014; PATEL, 2015; QIU et al., 2017; TILAHUN et al., 2017).

Entretanto, ainda se percebe uma grande dificuldade relacionada ao levantamento de informações bibliográficas referente a esses estudos, principalmente em anais de congressos e revistas relacionadas à Engenharia de Produção, devido a uma baixa produção aplicada da área.

Observando o contexto nacional por meio de dados obtidos dos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), um dos mais antigos e importantes eventos apoiados e organizados pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), pode-se perceber o baixo número de publicações relacionadas ao estudo de tempos e movimentos, ou inseridos na subárea temática da Engenharia de Métodos, quando comparados ao total produzido em sua área principal, Gestão da Produção, tal como ilustrado no Gráfico 1, além de não ultrapassar de 3% do número total de artigos submetidos no evento durante esse período.

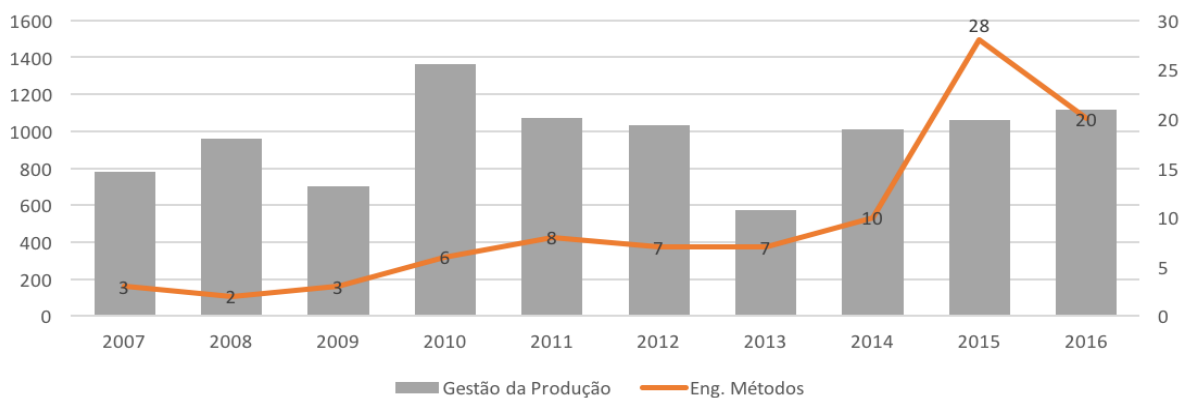


Gráfico 1 - Comparação entre o número de artigos de engenharia de métodos publicados e sua área temática correspondente no ENEGEP entre 2007 e 2016

Fonte: Elaboração própria

Paralelamente, outra dificuldade encontrada se refere ao fato de as informações de literatura correspondentes ao campo de estudo da Engenharia de Métodos serem antigas, com poucas análises críticas e teóricas.

Diante do exposto, este trabalho busca contribuir para a construção da informação referente ao estudo de tempos e movimentos por meio do desenvolvimento de um ensaio teórico baseado em um levantamento bibliográfico de artigos publicados entre os anos de 2009 e 2017, relacionando aspectos multidisciplinares e da literatura tradicional e, proporcionando uma comunicação efetiva entre diferentes atores e percepções da área.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pela abordagem conceitual da engenharia de métodos.

2.1 Abordagem conceitual da engenharia de métodos

A Engenharia de Métodos denomina-se como a ciência de estudo dos sistemas de trabalho de forma a desenvolver métodos e procedimentos para execução de tarefas (SOUSA et al., 2015), sendo composta principalmente pelo estudo dos métodos e medidas do trabalho.

O estudo de movimentos e tempos, como também são abordados na literatura, é evidenciado como o estudo e análise metodológica do sistema de trabalho, que tem por finalidade o desenvolvimento de um método hábil e eficiente para a padronização do processo produtivo. Seu propósito principal é o exame e a melhoria sistemática dos métodos de trabalho humano, através da consideração de todos os fatores que afetam as suas condições e a sua eficiência (MOKTADIR et al., 2017; PISUCHPEN; CHANSANGAR, 2014). Dessa forma, por meio da engenharia de métodos se torna possível assegurar o melhor uso do recurso humano e material alocados a uma determinada atividade (JAISWAL; SANE; KARANDIKAR, 2016).

Em adição à determinação da quantidade de trabalho realizada em certos períodos de tempo e ao auxílio na predição de horas de trabalho e saídas de produção (JAISWAL; SANE; KARANDIKAR, 2016; PATEL, 2015), o estudo de tempos e movimentos reforça ainda a sua contribuição por meio da eliminação de trabalhos desnecessários e de gargalos da produção, enquanto fornece métodos para mensuração do trabalho a fim de determinar a melhor performance do operário (MORI et al., 2015; PUVANASVARAN; MEI; ALAGENDRAN, 2013).

2.2 Contexto histórico do estudo dos tempos

Segunda a literatura correspondente, as primeiras investigações do trabalho e da produtividade foram realizadas no início do século XX, devido às preocupações relacionadas à alta ineficiência e perda de recursos da época (SANTOS, 2017; TAYLOR, 1990; WAGENAAR et al., 2016). O cenário de rápido crescimento e evolução industrial coincidia com o surgimento de novas tecnologias, novos métodos de trabalho, desenvolvimento econômico e desordem no âmbito trabalhista (GIBSON et al., 2015). As empresas e indústrias expandiam seu trabalho em volume e complexidade, transformando-se em enormes corporações que exigiam ainda mais esforços administrativos.

Nesse contexto, foi em 1881, na usina da *Midvale Steel Company*, que Frederick W. Taylor identificou a carência de informação da gerência relativa aos métodos de produção fabril como um dos fatores determinante para a falta de produtividade e motivação dos funcionários (SCHACHTER, 2010). Segundo Simha e Lemak (2010), Taylor também adereçava tais problemas às estratégias gerenciais ineficientes, manifestadas em ações que potencializavam a ideia de produção restrita por parte dos funcionários, que se condicionavam a realizar o mínimo de trabalho possível. Tal comportamento foi denominado por ele como “*systematic soldering*” (BLAKE; MOSELEY, 2010; GERALDI; LECHTER, 2012; NEWELL, 2015).

Dessa maneira, Taylor resolveu dedicar-se ao estudo dos tempos para resolver o problema e propôs que a maior perda ocasionada pela ineficiência estava relacionada a um desperdício do esforço humano e tão pouco dos recursos materiais (LOPETEGUI et al., 2014; TAYLOR, 1990).

Neste contexto, Taylor buscava corroborar com a noção básica de “administração científica” e iniciava seu estudo dos tempos buscando determinar a fração de energia que um homem poderia despendar em um dia de trabalho. Duran, Cetindere e Aksu (2015) e Gibson et al. (2015) mostram que o que Taylor determinou então foi o período em que um funcionário, em acordo com o seu trabalho, totalmente dirigido a utilizar de um método específico com os materiais ou instrumentos corretos, empregaria para realizar essa tarefa com normalidade ou expertise.

Verificou-se uma clara relação entre a quantidade de energia consumida por um trabalhador e a duração e frequência dos períodos de trabalho e de descanso, sendo estes últimos os fatores controladores da fadiga e rendimento dos trabalhos pesados (PATEL, 2015; TAYLOR, 1990). Tal alegação foi devidamente ilustrada por Taylor em sua investigação sobre o uso da pá em 1898, onde conseguiu-se determinar qual a carga por pá que permitiria um bom operário mover a quantidade máxima de material por dia, aumentando sua eficiência e produtividade, e tornando-se um dos seus mais famosos experimentos a utilizar métodos de cronometragem.

Nota-se, a partir dos fatos iniciais, que Taylor indagava os métodos empíricos de iniciativa e incentivo em que se baseavam a administração, sendo o primeiro a manifestar a possibilidade de performance de análises sistemáticas em trabalhos fabris (SCHACHTER, 2010). Assim, em sua obra original, Taylor descreveu aquilo que chamou de “princípios básicos da administração científica” da seguinte forma (BLAKE; MOSELEY, 2010; SCHACHTER, 2010; TAYLOR, 1990):

- a) Primeiro - Desenvolver para cada elemento do trabalho individual uma ciência que substitua os métodos empíricos;
- b) Segundo – Selecionar cientificamente, depois treinar, ensinar e aperfeiçoar o trabalhador. No passado ele escolhia seu próprio trabalho e treinava a si mesmo como podia;
- c) Terceiro - Cooperar cordialmente com os trabalhadores para articular todo o trabalho com os princípios da ciência que foi desenvolvida e;
- d) Quarto – Manter divisão equitativa de trabalho e de responsabilidade entre a direção e o operário. A direção incumbe-se de todas as atribuições, para as quais esteja mais bem aparelhada do que o trabalhador; ao passo que no passado quase todo o trabalho e a maior parte das responsabilidades pesavam sobre o operário.

A máxima de Taylor, sob a ótica da administração científica, propunha então uma total transformação nas percepções dos operários e da administração, incorporada a uma ideia de

cooperação e crescimento mútuo entre empregadores e empregados. Essa chamada “revolução mental” (GRACHEV; RAKITSKY, 2013) mostrou-se como base para a fundamentação da administração de Taylor, através da priorização da ciência, harmonia, cooperação, rendimento máximo e desenvolvimento individual em benefício de ambas as partes (SCHACHTER, 2010; VIJAI et al., 2017). Neste momento, sugeria-se a imprescindibilidade do uso da investigação científica como método para estudo do trabalho e eliminou-se a subjetividade das intuições individuais.

Nesses termos, Grachev e Rakitsky (2013) esclarecem que a obra de Taylor foi determinante para o crescimento da economia e para determinação de processos produtivos no início do século XX, ultrapassando os limites dos processos fabris e apresentando enormes impactos sociais segundo a aplicação dos seus princípios, bem como inspirando e fundamentando o trabalho de outros estudiosos da área.

2.3 Contexto histórico do estudo de movimentos

Frank B. Gilbreth e Lilian M. Gilbreth, conhecidos como “*Father of Motion Studies*” e “*First Lady of Management*”, respectivamente, são dois estudiosos que, após conhecerem o trabalho e estudo de tempos realizado por Taylor, tornaram-se fortes aliados e propagadores das noções da administração científica – apesar de não concordarem com a totalidade de suas ideias. Seus trabalhos se concentravam no estudo da performance do trabalho e na satisfação do operário conforme a busca da melhor maneira de executar e organizar uma tarefa (BAUMGART; NEUHAUSER, 2009; MEHTA; DESAI, 2014).

A contribuição do casal Gilbreth à administração científica teve seu início com Frank Gilbreth que, em 1885, despertou interesse na análise dos movimentos e métodos de trabalho enquanto trabalhava na Thomas J Whidden Company, uma empresa do ramo da construção civil. Tal como indicado em Tikhomirov (2011) e Gibson et al. (2016), Frank atentou-se as falhas relacionadas ao trabalho realizado pelos pedreiros das obras, que utilizavam de técnicas inconsistentes e ineficientes, notando as diferenças nos movimentos realizados em uma mesma tarefa e como esses movimentos influenciavam na velocidade e qualidade do trabalho. Seu estudo na área foi extremamente significativo e posteriormente reconhecido no livro de Taylor, que mostrou em sua obra como os princípios da administração científica auxiliaram Gilbreth na redução de movimentos dos operários de 18 para 5 e seus efeitos na melhoria do trabalho realizado (GILBRETH, 1909).

Lilian se adentrou no ramo da administração mais tardiamente, quando comparado a Frank, porém teve papel igualmente relevante. Em 1904, após seu casamento, viu-se inclinada a redirecionar seus esforços para o estudo da psicologia, de forma a auxiliar e incrementar o trabalho do marido e, junto a ele, embarcar na determinação das melhores práticas de execução do trabalho (DERKSEN, 2014; GRAHAM, 2013; MOUSA; LEMAK, 2009). Enquanto Frank estava focado nos aspectos técnicos da realização e execução das atividades, Lilian se mostrava devota aos seus elementos humanos, sendo a ambição de ambos o aumento da eficiência do trabalho e produtividade do trabalhador (GIBSON et al., 2015) através dos estudos dos micro movimentos e da fadiga.

Frank e Lilian partilhavam da opinião de Taylor quando o mesmo dizia que um funcionário sob devida supervisão tendia a realizar suas atividades com mais acurácia e competência, devendo assim receber uma maior recompensação pelo seu trabalho (GIBSON et al., 2016). Lilian ainda reforçava a importância de uma atenção direcionada ao trabalhador e insistia que um conhecimento industrial e treinamento eficaz tinham o poder de elevar as habilidades dos operários (MOUSA; LEMAK, 2009).

Apesar do profundo respeito que nutria por Taylor e seu trabalho, em Baumgart e Neuhauser (2009) é constatado que os Gilbreth utilizavam-se de seus próprios métodos para realização de seus experimentos, começando com a substituição do uso do cronômetro por técnicas de microfilmagem de movimentos. Tal prática originava mais benefícios para a ilustração dos melhores métodos e promovia os princípios da administração científica, tal como a reorganização e aperfeiçoamento das rotinas de trabalho, introdução ao planejamento de setores e gerenciamento dos custos. Assim, perante a junção desses procedimentos, o casal Gilbreth introduziu o que é hoje conhecido como *micromotion study*, que envolve técnicas de filmagem e cronometragem simultâneas de atividades (GIBSON et al., 2016).

Apesar de Taylor abordar minimamente em sua obra a importância do fator humano, foram os estudos realizados por Lillian Gilbreth que trouxeram este pensamento para o centro da administração científica (GRAHAM, 2013). Em uma obra intitulada “*The Psychology of Management*”, de 1914, Lillian reforçava a importância da participação dos funcionários nas tomadas de decisão, o trabalho como reflexão da individualidade do trabalhador e os métodos de incentivo (GIBSON et al., 2016). Seus pensamentos ultrapassavam os princípios de Taylor nessa área, preocupando-se com a maneira com que o trabalho era vivenciado pelo operário e indo muito além dos incentivos econômicos para eliminação da ineficiência laboral (MOUSA; LEMAK, 2009). Com tais ideias abraçadas por Frank, o casal Gilbreth introduziu inúmeras metodologias voltadas para a psicologia humana relacionadas à administração científica, complementando a busca pela melhor maneira de execução de uma tarefa com as individualidades do trabalhador e amenizando as duras críticas sofridas pelos métodos de Taylor na época (BAUMGART; NEUHAUSER, 2009; GRAHAM, 2013; KRENN, 2011).

Também é mostrado em Krenn (2011) que quando relacionado à fadiga, os trabalhos do casal Gilbreth também apresentavam pontos divergentes às ideias de Taylor. Enquanto o pai da administração científica tinha a economia de tempo como principal foco para a análise da fadiga, relacionando os tempos e frequência de parada e trabalho à produtividade, Frank e Lillian se preocupavam com outros aspectos que envolviam o bem-estar e segurança do trabalhador, bem como sua relação aos movimentos desnecessários, onde classificava-se a fadiga em duas classes, sendo uma originada do próprio trabalho e seus aspectos necessários e, a outra de movimentos desnecessários que se mostravam descartáveis. De tal forma, a redução da fadiga tanto física quanto psicológica propunha a criação de uma força laboral mais cooperativa e produtiva.

A busca de Frank e Lillian Gilbreth pela melhor maneira de executar uma tarefa se baseava, então, na economia de tempo de trabalho através de uma forma mais eficiente de executá-lo, de forma que não se exigisse mais esforço por parte do operário e aumentasse sua produtividade sem aumentar sua fadiga (TOWILL, 2009). Para tal, foi definido os seguintes passos para a construção do estudo dos movimentos, conhecido como “*The Gilbreth System*” (TOWILL, 2010):

- a) Observação e definição da atual situação, notando qualquer aspecto que pode apresentar qualquer efeito no desempenho do trabalho;
- b) Análise do trabalho através do uso de equipamentos específicos para tal tarefa, tal como câmeras para gravação das atividades;
- c) Reexame dos resultados das análises anteriores pela eliminação de qualquer fração do trabalho que fosse considerada desnecessária, combinando etapas quando necessário e possível, e projetando equipamentos que poderiam reduzir excesso de movimentos durante a execução do trabalho e;
- d) Reconstrução do trabalho através da síntese dos movimentos e atividades restantes,

resultando na formulação de um novo melhor método para execução do trabalho.

Além de tal método e das contribuições para a análise do trabalho, da fadiga e do aspecto psicológico humano no trabalho, o casal Gilbreth deixou um legado de contribuições para o ramo da administração e engenharia. São atribuídos a Frank, ferramentas controladoras da fadiga na construção civil, bem como princípios para a busca do melhor método. Já a Lillian, atribui-se os fundamentos para a construção de conceitos relativos à ergonomia, balanço entre vida e trabalho e enriquecimento do trabalho, além de diversos méritos relacionados ao papel da mulher na administração científica (KRENN, 2011).

Em conjunto, Frederick W. Taylor e o casal Frank e Lillian Gilbreth tiveram papel determinante na construção da administração como ciência. Suas participações ainda são alvos de extensos estudos e análises, servindo como embasamento de diversos sistemas de melhoria e organização do trabalho e da produção, uma vez que o estudo de tempos e movimentos (como ainda conhecido) auxilia no controle da qualidade e eficiência de processos produtivos, simplificando métodos operacionais, reduzindo excesso de trabalho e evitando o desperdício de recursos (DURAN; CETINDERE; AKSU, 2015).

3 MÉTODO

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva de revisão de literatura (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014), uma vez que seu propósito compreende a identificação e apresentação de ideias e conceitos contidos em artigos que discorrem sobre o estudo de tempos e movimentos.

A priori, foi realizado um levantamento bibliográfico de artigos através da escolha da base de dados de pesquisa. Neste caso, foram utilizados o *Google Scholar* e as bases *Emerald Insight* e *Scielo*. Logo após, realizou-se a seleção de palavras-chave para busca dos artigos, sendo eles: “*time study*”, “*motion study*”, “*time-motion study*”, “*work measurement*”, “*taylorism*”, “*motion economy*”, “*work study*”, “*work analysis*”, “*scientific administration*”, “*systematic soldering*” e “*stopwatch time study*”.

A próxima etapa de leitura exploratória contou com 105 artigos que continham o estudo de tempos e movimentos como abordagem principal ou secundária. Durante a busca foram descartados artigos que não possuíam nenhum dos aspectos a seguir: contextualização histórica do tema, descrições conceituais, aspectos metodológicos para execução do estudo de tempos e movimentos e data de publicação inferior a 2009 (com exceção da literatura original relacionada ao tema).

Do refinamento da leitura exploratória, seguiu-se 47 artigos para leitura aprofundada e sumarização, apresentados no Gráfico 2 de acordo seu ano de publicação.

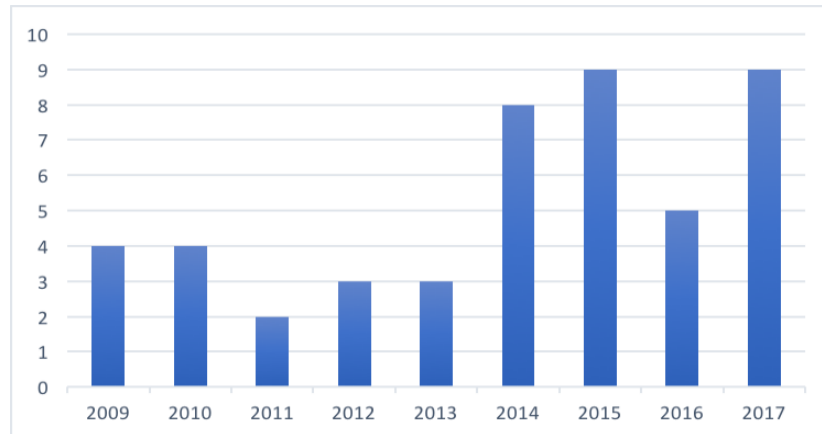


Gráfico 2 - Artigos selecionados em relação ao ano de publicação
Fonte: Elaboração própria

Com a leitura e interpretação das informações contidas nos artigos refinados, foi realizado uma discussão sobre o material levantado em forma de ensaio teórico, que abrangeu a Engenharia de Métodos em uma abordagem conceitual e histórica, seguido por um aprofundamento do Estudo de Movimentos e do Estudo de Tempos e uma análise crítica da literatura explorada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O esforço na busca pela melhor maneira de execução do trabalho, que se iniciou e consolidou com os estudos do casal Gilbreth (GIBSON et al., 2015; MOUSA; LEMAK, 2009), se estende até os dias atuais e está, dentre outros fatores, relacionado ao dinamismo das relações humanas com o trabalho e suas constantes mudanças e revoluções. Tal preocupação se associa tanto aos indivíduos e sua necessidade de melhoria da qualidade de vida laboral, quanto à procura do desenvolvimento dos métodos e operações industriais.

A produção manual predominante antes da Revolução Industrial cedeu espaço ao uso das máquinas, que passaram a sobrepor algumas das habilidades humanas. Isso foi necessário devido ao crescimento da demanda produtiva, que provocou o surgimento das divisões do trabalho e o aumento do trabalho repetitivo. Entretanto, as atividades manuais não foram extintas e ainda compõem grande parte das operações, seja pela alta complexidade de certas atividades - que impossibilitam sua mecanização -, por motivos estratégicos ou por aspectos econômicos, como a baixa frequência de certas operações e a inviabilidade econômica de sua automação (CROCITO, 2015; GILBRETH, 1909; TAYLOR, 1990).

O estudo de movimentos, por si só, busca auxiliar na melhoria das operações de forma a simplificar e aperfeiçoar sua execução através da análise das atividades realizadas pelo homem e pela máquina, bem como todos os movimentos associados a elas, levando em consideração a economia de esforço por parte do operário, em benefício de sua saúde e segurança (HANAMANT et al., 2017; SHINDE; JADHAV, 2012). Dessa forma, nota-se a importância do estudo dos micros movimentos como uma das melhores técnicas de registro

permanente dos métodos utilizados e dos tempos despendidos em uma atividade.

Pela viabilidade na determinação da eficiência dos movimentos realizados e das condições de trabalho, Shinde e Jadhav (2012) caracterizam o estudo dos movimentos como capaz de identificar e compreender os gargalos relacionados ao esforço humano e ao sistema. Hanamant et al. (2017) e Ochoa et al. (2017) ainda ressaltam o fato de tal estudo ser a base fundamental para estudo de tempos, uma vez que este poderia ter sua credibilidade de resultados comprometida, caso não fosse aplicada ao melhor método de execução da atividade ou trabalho.

4.1 Aspectos metodológicos dos estudos de tempos

Outo aspecto relevante da Engenharia de Métodos, além da determinação dos métodos de trabalho, é o conhecimento dos tempos despendidos nas operações que compõem o trabalho e auxiliam na identificação de oportunidades de melhoria da produtividade e eficiência da produção. Da perspectiva fabril, o tempo de ciclo das operações é uma das mais importantes e valiosas variáveis de informação, podendo ser determinada por meio do estudo de tempos de uma operação (LAD et al., 2016).

Nabi, Mahmud e Islam (2015) trazem em seu trabalho uma comparação entre dois diferentes tratamentos do estudo de tempos, onde em uma abordagem tradicional de mensuração do trabalho, o mais importante objetivo traçado era obter a avaliação quantitativa da performance. Já abordagens atuais sugerem uma perspectiva diferente, focada em avaliar crescimento e desenvolvimento de capacidade. Dessa forma, o estudo de tempos resulta não só em melhoria da satisfação, mas também da eficiência e da eficácia organizacional.

Duran, Cetindere e Aksu (2015) descrevem a existência de uma variedade de técnicas e procedimentos inerentes ao estudo de tempos que garantem a mensuração do trabalho associado ao homem, máquina e suas combinações, de forma que haja um resultado mais condizente com o processo analisado. Para fins de pesquisa e aplicação, a utilização de cronômetro para análise das etapas do processo é a maneira mais comum para realização do estudo (MOKTADIR et al., 2017; MORI et al., 2015; NABI; MAHMUD; ISLAM, 2015; NOVOA; MENDEZ, 2009; PUVANASVARAN; MEI; ALAGENDRAN, 2013).

Assim, o estudo de tempos é uma técnica de mensuração do trabalho através da observação e cronometragem dos operadores-padrão, possuindo como resultado o tempo gasto para a execução de uma tarefa ou trabalho, sob determinadas circunstâncias e condições, por um trabalhador qualificado (NABI; MAHMUD; ISLAM, 2015; VIJAYAN et al., 2017). Uma das limitações do estudo é um fenômeno conhecido como *Hawthorne Effect*, que consiste na diminuição do ritmo de um trabalhador observado devido a sua mudança de comportamento frente o processo de cronometragem (NABI; MAHMUD; ISLAM, 2015).

O procedimento metodológico padrão para realização de tal estudo é descrito e detalhado, baseado em aplicações da literatura, nas subseções a seguir.

4.2 Análise, registro e divisão das operações

Normalmente, um trabalho analisado durante um estudo de tempos despende uma excessiva quantidade de tempo, sendo importante que o mesmo seja dividido em tarefas ou elementos básicos de mais fácil análise e medição (NOVOA; MENDEZ, 2009).

Assim, a primeira etapa para execução do estudo de tempos é o delineamento do

processo produtivo ou do trabalho analisado, de forma a garantir uma visualização mais fácil e dinâmica dos passos que o compõe (PARMAR; PARTH; NIRAJ SHINGALA, 2016; SILVA; GUIMARÃES; JÚNIOR, 2014). Esse delineamento pode ser ilustrado conforme a utilização de ferramentas de mapeamento de processo, como o fluxograma ou mapas de atividades.

Em literatura básica, a cronometragem de pequenas operações individuais traz benefícios importantes para o estudo de tempos, que ainda são reforçados por diversos autores (NAIK; AGOLA; RATHOD, 2014; PATEL, 2015; PUVANASVARAN; MEI; ALAGENDRAN, 2013; SINGH et al., 2012). Entre as vantagens observadas, pode-se citar a garantia de análise criteriosa dos tempos despendidos em diversas etapas do processo, seja por diferenças no ritmo de operador em cada uma dessas etapas, seja pela natureza da atividade, como atividades de inspeção, por exemplo.

4.3 Determinação do número de ciclos

Após a divisão do trabalho em elementos identificáveis, realiza-se a cronometragem das operações individuais. Existem dois métodos descritos na literatura para realização das medições do tempo, sendo estes a forma contínua de leitura ou o *snapback*, onde o cronometro é zerado após a medição de cada operação individual (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014).

Para que se garanta a confiabilidade dos registros de tempo realizados para determinação do tempo padrão do operador é preciso que se indica a quantidade de cronometragens essencial para cada operação, de forma que o tempo real (TR), determinado pelo tempo de execução da atividade medido através do uso do cronômetro, seja ilustrativa (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014; MORI et al., 2015).

Este número de ciclos é determinado, de acordo literatura básica, pela Equação 1 a seguir:

$$N = \left(\frac{Z \times R}{E \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Em que:

N = Número de ciclos;

Z = Coeficiente de distribuição normal;

R = Amplitude da amostra;

E = Erro relativo da medida;

d_2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

\bar{x} = Média dos valores das observações.

Os valores de Z e de d_2 utilizados no cálculo do número de ciclos são apresentados em tabelas encontradas na literatura (PEINADO; GRAEML, 2007; BARNES, 2004).

Após determinação do número de ciclos (N), verifica-se se o número de cronometragens inicialmente realizadas no estudo é suficiente. Essa verificação é feita por

meio da comparação entre o valor de N calculado e o número de cronometragens realizado. Caso o valor de N seja superior, serão necessárias a realização de novas cronometragens, de forma a manter o nível de confiabilidade desejada. Caso o valor de N seja inferior, mantém-se a média das cronometragens como o Tempo Real da atividade.

4.4 Determinação do tempo normal e avaliação do ritmo

Durante o estudo de tempos, assume-se que um operador que tenha sido treinado para uma determinada atividade seja capaz de executá-la em um tempo específico, levando em consideração certas condições (MISHRA, 2015; MORI et al., 2015).

Entretanto, não é assegurado, após a determinação do Tempo Real, que todos os operadores irão trabalhar despendendo o mesmo tempo de operação. As diferenças que ocorrerão entre eles estão diretamente relacionadas ao ritmo de cada um no processo (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014).

Assim, através da consideração do ritmo, ou velocidade, de cada operador, determina-se o Tempo Normal, sendo este descrito pela Equação 2 (MORI et al., 2015):

$$TN = TR \times V \quad (2)$$

Em que:

TN = Tempo-Normal;

TR = Tempo real;

V = Velocidade ou ritmo do operador.

4.5 Análise de tolerância e tempo padrão

Outro aspecto contido em literatura básica original (BARNES, 2004) e ainda reproduzida em trabalhos atuais (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014; MOKTADIR et al., 2017; MORI et al., 2015), diz respeito às tolerâncias do processo e/ou organizacionais que devem ser consideradas durante o estudo dos tempos.

Segundo Nabi, Mahmud e Islam (2015), diferentes tipos de tolerâncias, ou *allowances*, são permitidas dentro de um processo de produção, seja ele qual for. Essas tolerâncias são relacionadas aos diversos fatores e são inevitáveis, interferindo diretamente na determinação do tempo das atividades. Entretanto, é preciso que sejam indicadas quais tolerâncias serão consideradas durante o estudo de tempo, uma vez que atrasos de ordem natural ou inerentes ao trabalho não podem ser motivo de penalização do trabalhador (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014).

Assim, o tempo de execução da atividade agregada às tolerâncias do processo, é chamado de Tempo Padrão e determinado de acordo a Equação 3 (MOKTADIR et al., 2017; NABI; MAHMUD; ISLAM, 2015).

$$\mathbf{TP = TN \times FT} \quad (3)$$

Em que:

T_p = Tempo-Padrão;

TN = Tempo Normal;

FT = Fator de tolerâncias do processo em %.

Para descrever a variável FT, utiliza-se o seguinte conjunto de relações nas Equações 4 e 5 (GAUNIYAL; PANT; AGARWAL, 2014):

$$\mathbf{p = \frac{\Sigma \text{ tempo de paradas}}{\text{tempo total do turno de trabalho}}} \quad (4)$$

$$\mathbf{FT = \frac{1}{1 - p}} \quad (5)$$

Em que:

p = O tempo ocioso do processo ou atividade.

Dessa forma, o tempo requerido para a execução de uma atividade específica, usando um método padrão e específico, tal como descrito por Taylor em seu trabalho, é definido e determinado (MOKTADIR et al., 2017; OCHOA et al., 2017).

5 CONCLUSÃO

Este estudo buscou analisar a literatura disponível sobre a Engenharia de Métodos em bases de dados de pesquisa acadêmica, sob a perspectiva principal do estudo de tempos e movimentos.

Por meio do exame do conteúdo descrito, bem como das leituras exploratórias e de refinação realizada, nota-se que os métodos utilizados para aplicação dos estudos de tempos e movimentos ainda mantém o mesmo padrão de execução metodológica, tal qual como descrito em literaturas básicas originais, como Barnes (2004). Em contrapartida, as releituras do estudo através do tempo fazem com que seus resultados sejam sempre adaptados a diferentes contextos organizacionais, com aplicações em processos de manufatura, empresas de serviços e salas de cirurgia, por exemplo.

A multidisciplinaridade dos artigos explorados mostra a importância das diferentes percepções trazidas, uma vez que os contextos históricos de formulação e proposição, tanto do estudo de tempo como de movimentos, pode ser melhor estruturado considerando aspectos culturais e sociais vigentes na época. Salienta-se ainda a possibilidade de determinação mais precisa das contribuições reais do estudo para o estabelecimento de outras áreas da

Engenharia de Produção, como a Ergonomia e Organização do Trabalho, bem como as contribuições individuais trazidas por cada autor envolvido na construção da Engenharia de Métodos.

Assim, o trabalho cumpre o seu papel ao reunir diferentes aspectos de diversas literaturas, proporcionando a comunicação e o relacionamento entre diversos autores, cenários e áreas de atuação para a construção de uma fonte de informação comum, atual e bibliograficamente fundamentada do estudo de tempos e movimentos.

Para trabalhos futuros recomenda-se a utilização de softwares de mineração de dados para uma busca mais extensa e elaborada dos termos referentes ao tema estudado, bem como definição prévia das bases literárias com maior influência na área. Um estudo sistemático das principais abordagens metodológicas do estudo de tempos e movimentos e como são aplicadas nos diferentes contextos organizacionais também pode ser recomendado.

6 REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. 6. ed. São Paulo: 2004.
- BAUMGART, A.; NEUHAUSER, D. Frank and Lillian Gilbreth : scientific management in the operating room. **Qual Saf Health Care**, v. 18, p. 413–415, 2009.
- BLAKE, A. M.; MOSELEY, J. L. One hundred years after the principles of scientific management: Frederick Taylor’s life and impact on the field of human performance technology. **Performance Improvement**, v. 49, n. 4, p. 27–34, abr. 2010.
- CROCITO, M. Learning from the past to envision the future: a five-year review 2005-2009. **Journal of Management History**, v. 21, n. 4, p. 453-493, 2015.
- DERKSEN, M. Turning Men into Machines? Scientific Management, Industrial Psychology, and the “Human Factor”. **Journal of the History of the Behavioral Sciences**, v. 50, n. 2, p. 148–165, mar. 2014.
- DURAN, C.; CETINDERE, A.; AKSU, Y. E. Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. **Procedia Economics and Finance**, v. 26, n. 15, p. 109–113, 2015.
- GAUNIYAL, A.; PANT, K.; AGARWAL, A. Time study model of a compact fluorescent lamp manufacturer in India: A case study. **Internartional Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, v. 1, n. 1, 2014.
- GERALDI, J.; LECHTER, T. Gantt charts revisited. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 5, n. 4, p. 578–594, 7 set. 2012.
- GIBSON, J. W. et al. Viewing the work of Lillian M. Gilbreth through the lens of critical biography. **Journal of Management History**, v. 21, n. 3, p. 288–308, 8 jun. 2015.
- GIBSON, J. W. et al. Applying a critical biography perspective to the work of Frank Gilbreth. **Journal of Management History**, v. 22, n. 4, p. 413–436, 2016.
- GILBRETH, F. B. **Bricklaying system**. New York, Chicago: ge M.C. Clark publishing co., 1909.

- GRACHEV, M.; RAKITSKY, B. Historic horizons of Frederick Taylor's scientific management. **Journal of Management History**, v. 19, n. 4, p. 512–527, 23 set. 2013.
- GRAHAM, L. D. Lillian Gilbreth's psychologically enriched scientific management of women consumers. **Journal of Historical Research in Marketing**, v. 5, n. 3, p. 351–369, 2 ago. 2013.
- HANAMANT, K. et al. Time and Motion Study for Reducing Cycle Time of Planetary Carrier. **International Journal for Scientific Research & Development**, v. 5, n. 4, p. 2321–613, 2017.
- JAISWAL, A.; SANE, S. M.; KARANDIKAR, V. Improving Productivity in a Paint Industry using Industrial Engineering Tools and Techniques. **International Journal of Advance Industrial Engineering**, v. 4, n. 11, 2016.
- KRENN, M. From scientific management to homemaking: Lillian M. Gilbreth's contributions to the development of management thought. **Management & Organizational History**, v. 6, n. 2, p. 145–161, 1 maio 2011.
- LAD, K. B. et al. Productivity Improvement in Furniture Manufacturing Industry by Using Kaizen. **International Journal of Scientific Development and Research**, v. 1, n. 4, 2016.
- LAN, S.; WANG, X.; MA, L. **Optimization of assembly line based on work study**. 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. **Anais...Beijing: IEEE**, out. 2009. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5344476/>>. Acesso em: 21 jul. 2017
- LOPETEGUI, M. et al. Time motion studies in healthcare: What are we talking about? **Journal of Biomedical Informatics**, v. 49, p. 292–299, 2014.
- MEHTA, A. D.; DESAI, D. A. A review of Industrial Engineering technique: an application and future scope of work. **International Journal of Management, Information, Technology and Engineering**, v. 2, n. 3, p. 29–36, 2014.
- MENDOZA-CHACÓN, J. H. et al. Developing and evolution of industrial engineering and its paper in education. **Revista Ingeniería Y Competitividad**, v. 18, n. 2, p. 89–100, 2016.
- MISHRA, R. Productivity improvement in Automobile industry by using method study. **International Journal of Scientific Engineering and Applied Science**, v. 1, n. 4, p. 2395–3470, 2015.
- MOKTADIR, M. A. et al. Productivity Improvement by Work Study Technique : A Case on Leather Products Industry of Bangladesh. **Industrial Engineering Management**, v. 6, n. 6, p. 1–11, 2017.
- MORI, V. V et al. Productivity Improvement by use of Time Study, Motion Study, Lean Tool's and Different Strategy for Assembly of Automobile Vehicles. **International Journal for Scientific Research & Development**, v. 3, n. 2, p. 2321–613, 2015.
- MOUSA, F.-T.; LEMAK, D. J. The Gilbreth's quality system stands the test of time. **Journal of Management History**, v. 15, n. 2, p. 198–215, 2009.
- NABI, F.; MAHMUD, R.; ISLAM, M. Improving Sewing Section Efficiency through Utilization of Worker Capacity by Time Study Technique. **International Journal of Textile Science**, v. 4, n. 1, p. 1–8, 2015.
- NAIK, M.; AGOLA, J.; RATHOD, H. Time and motion study: A case study on a commercial building at Kadora. **International Journal of Advanced Research in Engineering, Science**

& Management, v. 1, n. 3, p. 1–8, 2014.

NEWELL, S. Managing knowledge and managing knowledge work: what we know and what the future holds. **Journal of Information Technology**, v. 30, n. 1, p. 1–17, 24 mar. 2015.

NOVOA, C. M.; MENDEZ, F. Bootstrap methods for analyzing time studies and input data for simulations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 58, n. 5, p. 460–479, 2009.

OCHOA, C. et al. New implementation of Work Sampling Analysis for validating the Present Idle Time Indicator of Maintenance and Ship Repairing Business Line of Cotecmar. **Ship Science & Technology**, v. 10, n. 20, p. 9–18, 2017.

PARMAR, K.; PARTH, D.; NIRAJ SHINGALA, PROF. An optimization of process parameter in crankshaft using with time study method. **International Journal of Engineering Development and Research**, v. 4, n. 2, p. 2321–9939, 2016.

PATEL, N. Reduction in product cycle time in bearing manufacturing company. **International Journal of Engineering Research and General Science**, v. 3, n. 3, 2015.

PISUCHPEN, R.; CHANSANGAR, W. Modifying production line for productivity improvement: A Case Study of Vision Lens Factory. **Songklanakarin Journal os Science Technoly**, v. 36, n. 3, p. 345–357, 2014.

PUVANASVARAN, A. P.; MEI, C. Z.; ALAGENDRAN, V. A. Overall Equipment Efficiency Improvement Using Time Study in an Aerospace Industry. **Procedia Engineering The Malaysian International Tribology Conference**, v. 68, p. 271–277, 2013.

QIU, H. et al. **Motion and Time Study on Space Maintenance Mission**. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. **Anais...Los Angeles, CA: Springer, Cham**, 24 jun. 2017. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-60441-1_13>

SANTOS, E. L. The scientific field of administration : an analysis from the circle of theoretical matrices. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 2, p. 209–228, 2017.

SCHACHTER, H. L. The role played by Frederick Taylor in the rise of the academic management fields. **Journal of Management History**, v. 16, n. 4, p. 437–448, 2010.

SHINDE, G. V.; JADHAV, V. S. Ergonomic analysis of an assembly workstation to identify time consuming and fatigue causing factors using application of motion study. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 4, n. 4, p. 220–227, 2012.

SILVA, V. A. DE A.; GUIMARÃES, A. L.; JÚNIOR, L. G. V. Aplicação de técnicas de tempos e métodos em linha de envase de óleos lubrificantes. **REGET – Revista de Gestão & Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 58–63, 2014.

SIMHA, A.; LEMAK, D. J. The value of original source readings in management education: The case of Frederick Winslow Taylor. **Journal of Management History**, v. 16, n. 2, p. 233–252, 2010.

SINGH, M. D. et al. To Improve Productivity By Using Work Study & Design A Fixture In Small Scale Industry. **International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME)**, v. 1, n. 2, p. 2319–3182, 2012.

SOUSA, I. C. et al. A engenharia de métodos como uma ferramenta de melhorias processuais e redução de custos : um estudo exploratório no setor. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation**, v. 3, n. 2, p. 90–100, 2015.

- TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. 8. ed. São Paulo: 1990.
- TIKHOMIROV, A. A. “The first case of scientific time-study that I ever saw...” **Journal of Management History**, v. 17, n. 4, p. 356–378, 2011.
- TILAHUN, H. et al. Ethiopia’s health extension workers use of work time on duty: Time and motion study. **Health Policy and Planning**, v. 32, n. 3, p. 320–328, 2017.
- TOWILL, D. R. Frank Gilbreth and health care delivery method study driven learning. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 22, n. 4, p. 417–440, 12 jun. 2009.
- TOWILL, D. R. Industrial engineering the Toyota Production System. **Journal of Management History**, v. 16, n. 3, p. 327–345, 29 jun. 2010.
- VIJAI, J. P. et al. Relevance of F . W . Taylor ’ s Principles to Modern Shop-Floor Practices: a benchmarking work study. **Benchmarking: An International Journal**, v. 24, n. 2, 2017.
- VIJAYAN, R. et al. Patrol inspection and time study to improve quality. **International Journal on Smart and Inteligent Systems**, n. Special Issue, p. 459–470, 2017.
- VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 474, p. 165–189, 2014.
- WAGENAAR, B. H. et al. Wait and consult times for primary healthcare services in central Mozambique: a time-motion study. **Global Health Action**, v. 9, n. July 2017, p. 10.3402/gha.v9.31980, 2016.