Produto & Produção, vol. 18, n. 1, p.25-42, 2017.

RECEBIDO EM 17/08/2016. ACEITO EM 23/01/2017.

Paulo Italo Jordão de Lucas

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
pauloitalo10@hotmail.com

Elizangela Veloso Saes

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
elizangela.saes@ufms.br

Ricardo de Carvalho Turati

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
ricardo.turati@ufms.br

Proposta de Aplicação de Conceitos de Engenharia de Métodos e Análise Ergonômica do Trabalho (AET) em Uma Linha de Produção de Água Sanitária: Um Estudo de Caso

Resumo

O presente artigo busca melhorias em um processo produtivo, por meio da proposta da aplicação de conceitos da Engenharia de Métodos e da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Diante desse objetivo, foi conduzido um estudo de caso no processo produtivo de água sanitária de uma empresa do setor químico. Os resultados previstos apontaram redução do custo unitário do produto, do *leadtime* de produção, da movimentação, e do esforço realizado pelo operador na execução de suas tarefas, além de apresentar melhorias nas condições do ambiente de trabalho. Por fim, destaca-se que a aplicação conjunta da Engenharia de Métodos e da AET proporcionaram um satisfatório custo benefício no que se refere as melhorias propostas, resultados obtidos e investimentos realizados, gerando uma redução no custo unitário de produção de aproximadamente 4%.

Palavras-chave: Engenharia de Métodos. Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Abstract

This article seeks improvements in a production process, through the proposal of applying concepts of Methods Engineering and ergonomic work analysis. Given this objective, was conducted a case study in the production process of bleach from a chemical company. The predicted results showed reduction in the unit cost of the product, in the leadtime, in the movement, and in the effort made by the operator in carrying out its tasks, besides presenting improvements in environmental conditions. Finally, it is emphasized that the joint application of Methods Engineering and ergonomic work analysis provided a satisfactory cost benefit as regards the improvements proposed, results and investments, generating a reduction in the unit cost of production of approximately 4%.

Keywords: Methods Engineering. Ergonomic Work Analysis.

1. Introdução

De acordo com Barnes (1977) a Engenharia de Métodos apresenta ferramentas e conceitos que contribuem para a realização de melhorias nas atividades desempenhadas no processo produtivo, as quais são alcançadas por meio da busca e seleção da melhor organização e dos melhores métodos de produção. Figueiredo *et al.* (2011) apontam como seus principais objetivos a eliminação de esforços desnecessários, habilitação dos empregados a sua função e estabelecimento de normas para execução do trabalho.

A Ergonomia, de acordo com a ABERGO (2016), é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos com o objetivo de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Iida (2005) afirma que o foco da Ergonomia são as inter-relações entre os operadores e o ambiente de trabalho, a fim de que seja identificado o melhor método de produção.

A utilização simultânea dos conceitos da Engenharia de Métodos e da Ergonomia pode contribuir para a execução de um Projeto do Trabalho que busca realizar modificações no sistema produtivo, visando maior eficiência e eficácia. De acordo com Barnes (1977) essas modificações são de vital importância para os processos produtivos, pois objetivam eliminar desperdícios, aumentar a produtividade, propiciar conforto e segurança ao operador, diminuir itens fora das especificações, padronizar operações, garantir melhor qualidade, entre outros benefícios. Neste ponto, observa-se que, embora a utilização em conjunto dessas áreas proporcione grandes vantagens para a execução do Projeto do Trabalho, muitas empresas aplicam de modo restrito e de forma isolada seus conceitos.

Desse modo, a fim de explorar esse *gap*, o presente artigo, a partir da realização de uma análise em um processo produtivo de água sanitária, tem como objetivo verificar a eficiência da aplicação conjunta dos conceitos da Engenharia de Métodos e da Ergonomia, na execução de um Projeto do Trabalho que proporcione maior qualidade ao processo.

Destaca-se que questões relacionadas ao baixo custo das propostas foram consideradas, pois de acordo com Barnes (1977) o custo é o fator limitador do grau de desenvolvimento da solução do problema.

Para a apresentação do presente trabalho o mesmo foi estruturado em outras cinco seções: nas seções 2 e 3 é apresentado o referencial teórico, o qual aborda conceitos e ferramentas da Engenharia de Métodos e da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), na seção 4 apresenta-se o método de pesquisa utilizado, na seção 5 apresenta-se o Estudo Empírico, assim como a discussão dos resultados, por fim, na seção 6 são tecidas as considerações finais.

2. Engenharia de Métodos e Processo

A Engenharia de Métodos foi originada a partir dos estudos de tempos e dos estudos de movimentos, os quais tiveram como pioneiros, respectivamente, Frederick Taylor e o casal Gilbreth, ambos no final do século XIX. Os conceitos abordados nessa área de estudo incluem a concepção e a seleção da melhor organização e os melhores métodos de produção, de processos, de ferramentas, de equipamentos e também de competências para produzir um produto. Essas ações buscam reduzir o tempo de produção, garantir melhor qualidade, além de facilitar e economizar meios na fase de produção, buscando aperfeiçoamento de processos e procedimentos, economia de materiais, máquinas, energia, espaço e mão-de-obra, aperfeiçoamento do posto de trabalho e do sistema produtivo, redução da fadiga e do esforço humano, aumento da higiene e segurança, e o melhoramento das condições físicas do ambiente de trabalho (BARNES, 1977).

Destaca-se que para o desenvolvimento de um projeto do trabalho baseado nos conceitos da Engenharia de Métodos utiliza-se de metodologias para a solução de problemas, abordagens para melhoria de método, análise do processo produtivo, padronização e estudo de tempos.

2.1.Método para a Solução de Problemas

No que se refere ao método para solução de problemas, Campos (1999, p.66) cita que: “A solução dos problemas da empresa, ou seja, a melhoria dos resultados da empresa (já que problema é “resultado indesejável”) deve ser feita de forma metódica e com a participação de todos”.

Desse modo, considerando a realização de uma melhoria em um método já existente como um problema, Barnes (1977) propõe uma busca por solução fácil e objetiva, a qual é baseada em um modelo padrão que apresenta uma sequência lógica e sistemática de solução de problemas. Esse modelo é estruturado em cinco partes: (1) definição do problema; (2) análise do problema; (3) pesquisa de possíveis soluções; (4) avaliação das alternativas; e (5) recomendação para ação.

2.2. Abordagens para Melhoria de Métodos de Trabalho

2.2.1. Etapas da realização de projetos de métodos de trabalho

A realização de melhorias em métodos de trabalho pode ser tratada de duas maneiras, sendo a mais abrangente, a realização do projeto de métodos, e a mais específica, o desenvolvimento de uma situação futura, chamada por Barnes (1977) de método melhorado.

No que se refere ao projeto de métodos de trabalho, é senso comum que o projetista deve basear-se em um método sistemático de solução de problemas para auxiliá-lo na determinação do método. Para isso, Slack; Chambers e Johnston (2015) propõem um processo composto por seis etapas: seleção do trabalho, registro do método atual, examinar os fatos, desenvolvimento do novo método, implantação do novo método, e manter o método funcionando como planejado.

2.2.2. Desenvolvimento do método melhorado

De acordo com Barnes (1977), para realizar a pesquisa de um método melhor, o analista não deve ser influenciado pelo método atual. Isso significa que antes de tentar introduzir melhorias no método em estudo é necessário reconsiderar o problema para atingir seu objetivo. Martins e Laugeni (2005) ressaltam que para o desenvolvimento do método melhorado é importante analisar as atividades sob todos os aspectos.

Na pesquisa de possíveis soluções para o desenvolvimento do método melhorado, Barnes (1977) menciona quatro enfoques que devem ser considerados: (1) eliminar todo trabalho desnecessário; (2) combinar operações ou elementos; (3) modificar a sequência das operações; (4) simplificar as operações essenciais.

Para Barnes (1977, p.38), “grande parte das tarefas que executamos normalmente não são realmente necessárias”. Sendo assim, torna-se interessante realizar análises sobre a perspectiva de valor agregado das atividades.

2.3. Análise do Processo Produtivo

Segundo Barnes (1977) antes de desenvolver métodos melhores e mais fáceis de executar determinada atividade é necessário que sejam obtidos todos os detalhes relativos ao trabalho, para isso recomenda-se utilizar o mapeamento do processo. Para Ernest e Young (1997), o mapeamento é um mecanismo que retrata a realidade da cadeia de atividades e permite descrever uma visão futura dos processos de negócios a partir de uma análise detalhada do cenário atual do sistema produtivo.

Diante disso, os fluxogramas são uma boa alternativa para analisar o sistema produtivo por completo. Segundo Peinado e Graeml (2007) os fluxogramas são formas de representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência dos passos de uma atividade para facilitar sua análise, buscando identificar oportunidades de melhorar a eficiência dos processos. Dentre os vários

tipos de fluxogramas existentes, ressalta-se o Gráfico do Fluxo de Processo e o Mapofluxograma.

O Gráfico do Fluxo de Processo é considerado por Tardinet *et al.* (2013) o mais utilizado no estudo de processos produtivos e definido por Barnes (1977) como uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de facilitar sua compreensão e posterior melhoria. O gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa.

Já o Mapofluxograma, segundo Barnes (1977), é o fluxograma de processo sobreposto à planta da área que a atividade é desenvolvida. Batista *et al.* (2006) e Lima *et al.* (2014) destacam que sua utilização possibilita ter uma visão espacial do processo, favorecendo evidenciar defeitos típicos de um sistema produtivo que estão relacionados às atividades que não agregam valor, como por exemplo, a movimentação desnecessária.

2.4. Padronização

Após a análise do processo produtivo, e consequente escolha do método melhorado, Barnes (1977) ressalta que é importante a padronização do mesmo, para que se conservem todos os fatores determinados no método.

Logo, são necessárias ferramentas para que se realize a documentação da padronização. Barnes (1977) chama esses documentos de registro do método melhorado, e relata que os mesmos devem conter a descrição completa dos detalhes da operação. Segundo Almeida (2009) *apud* Bonatto e Kovalesski (2013), a folha de processo pode ser considerada uma ferramenta de registro da padronização das atividades, a qual também pode ser utilizada como folha de instrução de trabalho, que de acordo com Berkenbrock *et al.* (2009) é um documento destinado a auxiliar o operador a executar tarefas no posto de trabalho.

2.5. Estudo de Tempos

Segundo Silva *et al.* (2014) o estudo de tempos é uma das melhores ferramentas para se determinar a eficiência em uma operação, uma vez que possibilita a padronização e a redução de custo.

O principal objetivo dessa ferramenta é a determinação do tempo-padrão de uma operação que de acordo com Barnes (1977, p.272) trata-se do: “tempo, em minutos, que uma pessoa adaptada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar a tarefa trabalhando em um ritmo considerado normal”. A determinação do tempo-padrão se inicia pela identificação do número de ciclos que devem ser cronometrados. Dentre as formas de calcular essa quantidade, Xavier e Sena (2001) *apud* Bonatto e Kovalesski (2013) determinam o número de observações a serem feitas de acordo com o tipo de produção (Quadro 1).

Quadro 1 -Quantidade de observações para cada tipo de produção.

Tipo de Produção	Número de observações
Produção em pequena série	10 a 20
Produção em série	20 a 30
Produção em massa	30 a 40

Após a obtenção dos dados é necessário que seja feita a seleção do tempo a ser trabalhado, denominado tempo selecionado. De acordo com Barnes (1977) para realizar essa escolha pode-se utilizar da média aritmética ou do método modal.

Realizada a escolha do tempo selecionado, o passo seguinte para a determinação do tempo-padrão é a decisão sobre o fator de ritmo, que segundo Martins e Laugen (2005) é

determinado subjetivamente pelo analista, que passa por treinamento sistemático e contínuo para desenvolver essa atividade. Dentre os sistemas utilizados pelos analistas destaca-se o Sistema Westinghouse (Figura 1), o qual segundo Rocha (1995) pode ser utilizado para obter o fator de eficiência de maneira menos subjetiva.

Habilidade			Esforço		
+ 0.15	A1	Super-hábil	+ 0.13	A1	Excessivo
+ 0.13	A2		+ 0.12	A2	
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2		+ 0.08	B2	
+ 0.06	C1	Bom	+ 0.05	C1	Bom
+ 0.03	C2		+ 0.02	C2	
0.00	D	Médio	0.00	D	Médio
- 0.05	E1	Regular	- 0.04	E1	Regular
- 0.10	E2		- 0.08	E2	
- 0.16	F1	Fraco	- 0.12	F1	Fraco
- 0.22	F2		- 0.17	F2	
Condições			Consistência		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Perfeita
+ 0.04	B		+ 0.03	B	
+ 0.02	C	Boa	+ 0.01	C	Boa
0.00	D	Média	0.00	D	Média
- 0.03	E	Regular	- 0.02	E	Regular
- 0.07	F	Fraca	- 0.04	F	Fraca

Figura 1 - Tabela do Sistema Westinghouse.

O fator de ritmo determinado pelo analista junto ao tempo selecionado origina o tempo normal. Ainda, para calcular o tempo-padrão, Peinado e Graeml (2007) citam a necessidade de acrescentar um fator de tolerância ao tempo normal, para que compense o período que o trabalhador, efetivamente, não trabalha. Barnes (1977) sugere que essa tolerância fique entre 2% e 5%. As fórmulas necessárias para o cálculo do tempo-padrão são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 -Fórmulas para calcular o tempo-padrão.

Fórmulas		
$TN = TS \times (1 + Fa)$		
$TP = TN \times (1 + Tol)$		
Tempo normal (TN)	Tempo selecionado (TS)	Fator de ritmo (Fa)
Tempo-padrão (TP)	Tolerância (Tol)	

3. Ergonomia

De acordo com Vasconcelos *et al.* (2014), os estudos ergonômicos têm como essência a interação entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, além de apresentarem um caráter interdisciplinar. Neste trabalho a Ergonomia é aplicada como suporte às melhorias em um layout produtivo. Segundo Barnes (1977) e Iida (2005) a Ergonomia apresenta como objetivo estudar os diversos fatores que influenciam no desempenho do sistema produtivo e encontrar a mais eficiente combinação entre homens, máquinas, equipamentos e ambiente de trabalho, visando maior segurança ao operador e maior qualidade e produtividade ao processo. Desse modo, três questões centrais ao estudo da Ergonomia serão apresentadas: aplicações ergonômicas na melhoria dos processos produtivos, análise ergonômica do trabalho e aplicação da AET no projeto do posto de trabalho.

3.1. Aplicações Ergonômicas na Melhoria dos Processos Produtivos

Para Iida (2005), em uma situação ideal, a ergonomia deve ser aplicada nas etapas iniciais do projeto de uma máquina, sistema, ambiente ou local de trabalho. Laville (1977) completa essa ideia afirmando que além da aplicação da ergonomia na fase de projeto, pode-se

também aplica-las etapas de correções, desde que o projetista se atente ao fato de que o ser humano deve sempre ser incluído como um componente do projeto, para que suas características sejam consideradas conjuntamente com as restrições mecânicas, sistêmicas, ou ambientais, de modo que se ajustem mutuamente umas às outras.

Considerando o meio industrial, a ergonomia contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações. Esta contribuição pode ser realizada por meio de três ações: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e a melhoria das condições de trabalho (análise das condições ambientais).

3.2. Análise Ergonômica do Trabalho

Para efetuar a implementação da ergonomia em sistemas produtivos, torna-se necessário utilizar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), a qual segundo Vidal (2012) e Wisner (2004) *apud*. Mendes *et al.* (2014) pode ser definida como uma metodologia que foca em examinar a complexidade do entorno do trabalho e com isso propor as modificações necessárias para que se consiga uma transformação positiva. Alexandre, *et al.* (2011) completam que essa análise inclui um estudo detalhado dos postos de trabalho, a fim de detectar riscos ocupacionais e fornecer subsídios para as soluções ergonômicas à empresa, adequando-a à legislação brasileira contida na NR-17.

Diante disso, questões sobre os benefícios da utilização de assentos adequados e as condições ideais do ambiente de trabalho devem ser consideradas (Carvalho (2009); Iida (2005)).

3.3. Aplicação da AET no Projeto do Posto de Trabalho

No que se refere ao projeto do posto de trabalho, Carvalho (2009) ressalta que o seu dimensionamento correto é uma etapa fundamental para o desempenho do trabalhador. Para isto devem ser considerados diversos fatores, como a postura adequada do corpo, alcance dos movimentos, ventilação, necessidade de iluminação, dimensões das máquinas, movimentos necessários, ferramentas, interações com outros postos de trabalho e com o ambiente.

Segundo Iida (2005) a abordagem ergonômica em um posto de trabalho realiza a análise da tarefa, da postura e dos movimentos do trabalhador e das suas exigências físicas e cognitivas. Martins e Laugen (2005) destacam que a abordagem ergonômica em um posto de trabalho deve se atentar ao fato de que as atividades e o local de trabalho devem se adequar ao trabalhador e não o inverso.

4. Método Aplicado

O método de pesquisa utilizado no presente trabalho foi o estudo de caso, visto a necessidade da pesquisa em descrever a situação real de um sistema produtivo e apontar pontos que possam ser melhorados. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Assim, esse método baseia-se em várias fontes de evidências e beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Segundo Ganga (2012) para o desenvolvimento desse método de pesquisa alguns pontos devem ser claramente definidos, são eles: propósito do estudo, coleta de dados, horizonte de pesquisa e análise de dados.

Em relação ao propósito, destaca-se que o estudo realizado neste trabalho apresenta características explanatórias, as quais segundo Yin (1993) *apud*. Turrioni e Mello (2012) tem por objetivo descrever e explicar em termos de causa e efeito uma determinada realidade, além de poder confirmar ou generalizar determinadas proposições teóricas.

No que se refere à coleta de dados, Voss; Tsikriktsis e Frohlich (2002) *apud*. Turrioni e Mello (2012) afirmam que no método de estudo de caso utiliza-se de uma combinação e uso de diferentes métodos para estudar um mesmo fenômeno, a citar: documentos, entrevistas,

questionários e observações. Além disso, observa-se que suas evidências podem ser qualitativas, quantitativas ou ambas.

Já quanto aos instrumentos de pesquisa, tem-se que foram utilizados no presente trabalho entrevistas, questionários e observações. Neste ponto, observa-se que a coleta de dados iniciou-se por uma entrevista realizada com a supervisora da linha, com objetivo de adquirir informações sobre o funcionamento e características específicas do processo. Após essa entrevista foi aplicado um questionário aos operadores, a fim de obter informações sobre questões ergonômicas. Por fim realizou-se a observação do processo produtivo com intuito de coletar informações relevantes do processo com uma visão técnica.

Aqui, destaca-se que o estudo de caso desenvolvido foi classificado quanto ao horizonte de tempo como *cross-section* (transversal), sendo realizado em aproximadamente um mês.

Por fim, em relação à análise de dados, tem-se que a mesma foi dividida entre análise no fluxo do processo, nos postos de trabalho e no ambiente de trabalho.

5. Estudo Empírico

5.1. Apresentação da Empresa

O presente artigo foi conduzido no setor químico de uma empresa localizada no interior do estado de São Paulo, por questões de confidencialidade a empresa será tratada como empresa-alfa.

Atualmente, essa empresa é certificada pela ISO 9001:2008 e ISO 14001:2008, além de atender os requisitos de Boas Práticas de Fabricação (BPF). A empresa apresenta um mix de 122 produtos, os quais são produzidos em onze linhas de produção distribuídas em seu parque industrial, sendo que o nível de automação das mesmas varia entre elevado, médio e baixo.

5.2. Descrição do Cenário da Linha de Produção de Água Sanitária

A escolha da linha de água sanitária para aplicação do estudo de caso foi baseada nas recomendações de Slack; Chambers e Johnston (2015), as quais sugerem que a operação a ser estudada deve ser aquela que apresenta maior escopo para melhorias ou maiores problemas. Desse modo, pelo fato do baixo grau de automação e do interesse da empresa em realizar melhorias nessa linha foi propício a realização desse estudo na linha de água sanitária.

A produção de água sanitária demanda onze funcionários, dos quais cinco trabalham na linha de produção (um posicionador de garrafas, um na envazadora, um no rosqueador, um encaixotador e um na paletização), quatro trabalham na rotulação, um na formação das bandejas e outro na empilhadeira. O processo pode ser entendido com maior facilidade pela Figura 2 e pelo Quadro 3, os quais apresentam, respectivamente, o fluxograma de processo e a descrição das atividades.

Observa-se no fluxograma que o processo é formado por oito etapas de armazenamento, dezessete de transporte, nove de operação, três de espera, e uma etapa simultânea que combina operação e inspeção.

Além das características intrínsecas ao processo citadas anteriormente, as condições do ambiente em que o processo está inserido também são importantes para sua análise. O ambiente da linha de produção de água sanitária apresenta: baixa circulação de ar, devido à sua estrutura predial, não apresenta temperatura controlada (sendo a temperatura do ambiente de produção dependente das condições do tempo), a umidade do ar no ambiente da linha é de 68%, o iluminamento é de 395 lux e apresenta ruídos devido aos maquinários que alcançam 85 dB. Destaca-se também que o absenteísmo no primeiro trimestre de 2015 foi de aproximadamente 1%, o que representou mais de 16% do absenteísmo total da empresa. Ainda, vale destacar que a linha de produção não apresenta Folha de Instrução de Trabalho.

A partir da descrição do processo e das observações *in loco* foi possível identificar também os potenciais problemas, a citar: alta quantidade de movimentação, atividades que não agregam valor, condições do ambiente fora dos limites desejáveis e postos de trabalho que exigem muito esforço dos operadores. Dessa maneira, com a utilização dos métodos e

ferramentas da Engenharia de Métodos e da AET foi possível pontuar melhorias no sistema produtivo e elencar as vantagens de sua utilização.

Figura 2 - Gráfico do Fluxo do Processo da linha de água sanitária

Quadro 3 - Descrição das atividades da linha de água sanitária

Descrição das atividades do processo (baseando-se no Fluxograma de Processo)		
Atividade	Tipo de atividade	Descrição da atividade
1	Armazenamento	A água é captada de poços e armazenada em caixas antes de entrar no processo.
2	Armazenamento	O Hipoclorito de Sódio, o Ácido Sulfúrico, e as barrilhas leves ficam armazenados no mesmo ambiente da produção.
3	Transporte	A água vai para o tanque de mistura por meio de tubulações.
4	Transporte	O Hipoclorito de Sódio, o Ácido Sulfúrico, e as barrilhas leves são levadas para o tanque de PVC onde será feita a mistura.
5	Operação	O operador coloca no tanque de PVC a quantidade especificada de cada matéria-prima, os produtos batem por 30 min e descansam 12 horas.
6	Transporte	A água sanitária vai para a envazadora por meio de tubulações.
7	Armazenamento	As bandejas de papelão ficam armazenadas no mesmo ambiente da produção.
8	Transporte	O operador leva as bandejas até a bancada onde coloca as garrafas.
9	Armazenamento	As garrafas chegam do fornecedor e ficam armazenadas no mesmo ambiente da produção.
10	Operação	O operador retira as garrafas que chegam do fornecedor em pacotes e coloca em uma bandeja de papelão.
11	Transporte	Após colocar as garrafas na bandeja o operador leva para a espera para ser rotulada.
12	Espera	As garrafas aguardam nas bandejas para serem rotuladas.
13	Armazenamento	Os rótulos chegam do fornecedor e ficam armazenados no mesmo ambiente da produção.
14	Transporte	As garrafas vão para uma bancada nas bandejas que foram alocadas.
15	Transporte	Os rótulos vão para a bancada para iniciar o processo de rotulação.
16	Operação	Os operadores colocam os rótulos na garrafa manualmente, as quais são colocadas novamente nas bandejas.
17	Transporte	As garrafas já rotuladas são levadas na bandeja para a sala de envaze.
18	Espera	As garrafas rotuladas aguardam para serem utilizadas na produção.
19	Transporte	O operador retira as bandejas da espera e coloca em cima de uma bancada próximo ao início da linha de produção.
20	Operação	O operador retira as garrafas da bandeja e as posiciona na linha de produção.
21	Transporte	Já na linha de produção, as garrafas são levadas para a envazadora. (processo automatizado).
22	Armazenamento	As tampas das garrafas chegam dos fornecedores e ficam armazenadas no mesmo ambiente da produção.
23	Transporte	As tampas são levadas para perto da envazadora, pois é onde serão colocadas nas garrafas.
24	Operação	O operador posiciona os bicos injetores nas garrafas, que são enchidas pela máquina, e posteriormente o mesmo operador coloca a tampa.
25	Transporte	As garrafas vão para a datadora (processo automatizado)
26	Operação	A datadora coloca a data e o número do lote na tampa do produto (processo automatizado).
27	Transporte	As garrafas são levadas para a rosqueadora (processo automatizado).
28	Operação - inspeção	O operador posiciona a rosqueadora na tampa, rosqueia e verifica se a operação foi bem sucedida (garrafa vedada).
29	Transporte	As garrafas rotuladas, cheias e vedadas são levadas para o encaixotador (processo automatizado).
30	Armazenamento	As caixas chegam do fornecedor e ficam armazenadas no mesmo ambiente da produção.
31	Transporte	As caixas são encaminhadas para próximo do encaixotador.
32	Operação	O operador abre as caixas de papelão, coloca as garrafas dentro das mesmas e empurra a caixa para a lacradora.
33	Operação	Operação automatizada - lacra a caixa com fita adesiva.
34	Espera	Os pallets e as chapatex aguardam para serem utilizados próximo à linha de produção.
35	Transporte	Quando necessário o operador que realiza a paletização pega o pallet ou a chapatex e os posiciona para acomodação das caixas.
36	Operação	Operação manual - retira a caixa da lacradora e acomoda no pallet.
37	Transporte	Quando o pallet está totalmente ocupado é levado para o estoque por uma empilhadeira.
38	Armazenamento	O produto fica armazenado no estoque até que tenha um pedido e consequentemente uma ordem de liberação para entrega.

5.3. Análise e Propostas de Melhoria da Linha de Produção de Água Sanitária

Para facilitar a análise do processo produtivo e consequentemente a formulação de propostas de melhoria, realiza-se primeiramente um estudo global do mesmo, para posteriormente efetuar uma investigação mais detalhada, como recomenda Barnes (1977).

5.3.1. Estudo Global do Processo Produtivo

Com o objetivo de identificar o fluxo de materiais, as atividades que não agregam valor ao processo e os locais em que são realizadas as operações foi construído um mapofluxograma (Figura 3) com identificação correspondente ao fluxograma de processo (Figura 2) e à descrição das atividades (Quadro 3).

Figura 3 -Mapofluxograma do processo de produção de água sanitária

Observa-se que a maior concentração de atividades que agregam valor está do lado direito do mapofluxograma. Para facilitar a análise da movimentação no processo produtivo foi construída a Tabela 1, a qual se refere às distâncias percorridas no processo por cada atividade de transporte.

Tabela 1 -Distância dos transportes

Distância percorrida dos transportes																	
Transporte	3	4	6	8	11	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	35	37
Distância (m)	9,38	7,47	9,11	4,21	5,12	13,75	6,11	18,21	2,68	6,16	30,09	4,33	1,2	2,32	1,48	3,01	5,03
Total															129,66		

Nota-se que caso as distâncias fossem percorridas somente uma vez teríamos uma movimentação de 129,66 metros, no entanto, as distâncias são percorridas várias vezes durante o processo, o que eleva significativamente a distância percorrida ao longo de uma jornada. Além disso, observa-se que as distâncias percorridas entre cada operação é em média 12,97 metros (129,66 metros/10 operações). Diante disso, é evidente que a grande movimentação é um problema na produção de água sanitária da empresa e que seu estudo pode proporcionar melhorias significativas para o processo.

Com o objetivo de facilitar a identificação das causas dessa movimentação, não foram analisadas um conjunto de atividades que não influenciam no estudo da movimentação. Esse conjunto corresponde as atividades de 1 a 6 que são feitas através de tubulações e também as atividades 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33 e 36 que são realizadas via esteiras transportadoras. Desse modo, com a retirada dessas atividades nota-se que restaram apenas duas operações e a movimentação, totalizando 89,69 metros, ou seja, movimentação média de 44,85 metros por operação.

Analisando as atividades de movimentação que restaram percebe-se que a atividade 23 é a que apresenta o maior valor, no entanto, ela é uma atividade de movimentação de estoque

para uma operação e pode ser solucionada com a alteração do local do estoque, a qual será realizada posteriormente. Já as atividades de transporte 8, 11, 14, 15 e 17 (totalizam 47,4 metros) estão relacionadas às duas atividades de operação que restaram para serem analisadas, sendo uma que realmente agrega valor (16 – rotulação) e a outra que se faz necessária para acontecer a anterior (10 – colocar as garrafas nas bandejas), diante disso, a operação de rotulação será analisada com o objetivo de reduzir a movimentação no processo.

Como citado por Barnes (1977), no que diz respeito aos enfoques para desenvolvimento do método melhorado, considerou-se primeiramente a possibilidade de eliminar a etapa de rotulação do processo, visto que essa ação também eliminaria a necessidade de realizar a operação precedente (colocar as garrafas na bandeja) e, consequentemente, todas as atividades de movimentação relacionadas a essas atividades (8, 11, 14, 15 e 17). No entanto, para eliminar a rotulação do processo a garrafa teria que chegar estampada ou rotulada direto do fornecedor. Diante disso, foi verificada a possibilidade de que o fornecedor atual fizesse tal serviço, porém em decorrência da deficiência de processo apresentada pelo mesmo, novos fornecedores foram analisados. Dentre os possíveis fornecedores, considerando o preço e a qualidade um novo fornecedor foi elencado, permitindo que a operação de rotulação existente pudesse ser eliminada.

A viabilidade econômica dessa proposta foi validada diante das seguintes constatações: a garrafa de 1 e 2 litros no fornecedor atual custa respectivamente, R\$0,302 e R\$0,508, já a do novo fornecedor custaria R\$ 0,288 e R\$ 0,487. Destaca-se que o valor do rótulo não está incluso neste valor já que a empresa Alfa continuaria responsável pela aquisição.

Diante disso, como os preços do fornecedor que rotula a garrafa não eleva o custo do produto, aliás diminui, torna-se viável eliminar a operação de rotulação do processo e, consequentemente, a operação, os estoques e os transportes necessários para a realização da mesma (atividades de 7 à 17).

Logo, devido à mudança na composição do processo produtivo, torna-se necessário uma reorganização da disposição das atividades no processo. A reorganização foi baseada na eliminação do que passou a ser obsoleto e na aproximação dos estoques restantes. Assim, o mapofluxograma do método melhorado (Figura 4) mostra a nova configuração do processo. A princípio já consegue-se observar que as atividades estão mais próximas, o fluxo está mais organizado e as atividades que agregam valor estão mais concentradas. Além disso, observa-se que o método melhorado apresenta nove etapas a menos que o método original, a distância percorrida pelas atividades de movimentação é de 60,36 metros e são necessários 5 funcionários a menos para a produção de água sanitária, os quais podem ser utilizados em outros setores da empresa.

Além das melhorias já mencionadas, nota-se que o custo de produção será menor pelo fato da redução do custo unitário da garrafa e pela redução da mão de obra. Sendo que o custo unitário apresenta uma redução de mais de 4% nas garrafas de um e dois litros, e a redução da mão de obra pode ser mensurada a partir do cálculo do tempo padrão.

Figura 4 - Mapofluxograma do método melhorado

Desse modo, como a etapa de rotulação das garrafas não tem diferença devido ao tamanho das mesmas, os dados foram coletados sem distinção, separando somente a etapa de rotulação e de acomodação nas bandejas. Para o cálculo do tempo padrão foram coletadas 15 observações de tempo de cada atividade, das quais a média de cada atividade originou o tempo selecionado que é apresentado na Figura 5, onde consta também o cálculo do tempo normal baseado no Sistema Westinghouse e o cálculo do tempo padrão com uma tolerância de 5%, sendo todos eles baseados nas fórmulas apresentadas no referencial teórico.

Fatores	Fator de ritmo				Tempos selecionados (segundos)	
	Rotulação		Colocar na bandeja		Rotulação	Colocar na bandeja
	Característica	Valor	Característica	Valor	4,466	1,83
Habilidade	Super-hábil (A1)	0,15	Excelente (B1)	0,11	Tempo normal (segundos)	
Esforço	Bom (C1)	0,05	Bom (C1)	0,05	Rotulação	Colocar na bandeja
Condições	Regular (E)	-0,03	Regular (E)	-0,03	5,1359	2,0679
Consistência	Regular (E)	-0,02	Média (D)	0	Tempo-padrão (segundos)	
Fator de ritmo		0,15		0,13	Rotulação	Colocar na bandeja
	Tolerância		5%		5,392695	2,171295

Figura 5 -Cálculo do tempo padrão

Com base nos cálculos apresentados acima, tem-se que o tempo dispendido pelo operador para rotular uma garrafa, aproximadamente 7,6 segundos. Dessa maneira, utilizando o custo do funcionário para a empresa, tem-se que cada garrafa apresenta um custo embutido de mão de obra referente às atividades de rotulação de aproximadamente R\$ 0,017.

Desse modo, as melhorias propostas a partir do estudo global do processo produtivo baseado na análise do fluxo de processo proporcionam os seguintes benefícios ao sistema produtivo de água sanitária da empresa Alfa:

- Redução do *leadtime* de produção – eliminação de nove atividades do processo produtivo, sendo duas operações, dois armazenamentos, quatro transportes, e uma espera, sem alteração significativa no tempo das remanescentes;

- b) Redução significativa na movimentação do processo – passando de 129,66 metros para 60,36 metros, ou seja, houve uma redução de 69,3 metros (53,4%) na movimentação;
- c) Redução do número de funcionários necessários para a produção de água sanitária – passando de onze para somente seis funcionários, deixando de ser necessário: os quatro da rotulação e um de colocar a garrafa nas bandejas;
- d) Redução do custo de produção – proveniente da redução de funcionário e do preço das garrafas dos fornecedores, totalizando economia de R\$0,03 a R\$0,04 por garrafa.

5.3.2. Estudo dos Postos de Trabalho

Seguindo a sequência sugerida por Barnes (1977), após a análise global do processo produtivo realizou-se o estudo dos postos de trabalho. O estudo teve como objetivo realizar algumas modificações para proporcionar maior conforto para o funcionário e facilitar a realização da sua função, baseando-se na alteração da disposição dos materiais que são utilizados no processo, inclusão de acessórios e padronização de atividades. Nesse estudo, todos os postos de trabalho foram analisados e melhorados a partir da AET com foco na organização do trabalho.

Sendo assim, seguem os postos de trabalho junto à uma breve descrição das atividades dos operadores: a- o posicionador retira as garrafas da bancada e as posiciona na linha de envase; b- o operador da envazadora aciona o botão a sua esquerda para ativar a máquina e coloca as tampas, que estão no suporte à sua frente, nas garrafas; c- o rosqueador aciona o botão embutido na rosqueadora suspensa por um balancim acima da linha; d- o encaixotador abre as caixas de papelão, retira as garrafas da linha, coloca na caixa e passa a caixa pela lacradora; e- na paletização o operador A posiciona o *pallet*, retira a caixa da lacradora, a coloca no *pallet* e insere as chapas entre as camadas, já o operador B retira o *pallet* e o acomoda no estoque.

Desse modo, baseando-se na Figura 6 junto a breve descrição das atividades realizadas em cada posto de trabalho é possível entender o cenário atual e as melhorias propostas.

Figura 6 -Postos de trabalho antes da análise

A partir da descrição dos postos de trabalho, baseado na AET, propôs-se posicionar os itens dos postos de trabalho de maneira mais organizada, de modo que, o operador realize o menor esforço possível para executar sua atividade. Nessa organização consta: aproximar a bancada de apoio das garrafas da linha de envase no posicionador, aproximar o estoque de caixas do encaixotador, aproximar os pallets e as chapas dos operadores da paletização.

Desse modo, pela natureza de cada atividade e pela organização proposta, nota-se que o posicionador, o operador da envazadora, o rosqueador e o encaixotador necessitam de pouca

movimentação no posto de trabalho. Logo, propôs-se a utilização de bancos semi-sentados, os quais, segundo Iida (2005) proporcionam um alívio temporário e ajudam estabilizar a postura do operador.

Ainda, em relação à paletização, por ser uma atividade mais complexa foi necessário montar uma Folha de Instrução de Trabalho para documentar o padrão estabelecido. As ações tomadas para padronização foram: colocar um dispositivo no chão em frente à lacradora para padronizar o posicionamento do pallet de modo a reduzir a movimentação para alocar as caixas (aresta do *pallet* centralizada com a saída da lacradora), padronizar a quantidade de chapas por *pallet* (4 chapas) para facilitar o controle de chapas e não ter risco de violar o produto, balancear as atividades entre os operadores A e B (o operador B passa a colocar as chapas na formação do pallet e auxilia o encaixotador na abertura das caixas), modificar a organização dos materiais do posto, de modo a facilitar a execução do padrão estabelecido.

Diante disso, algumas das propostas de melhoria citadas anteriormente podem ser visualizadas na Figura 7, a qual representa os postos de trabalho após as melhorias. Nessa nova situação proposta nota-se a utilização dos bancos semi-sentados (círculos ao redor dos operadores), a aproximação de equipamentos dos postos de trabalho, além do dispositivo para posicionamento do pallet (indicado pelos vértices após a lacradora).

Desse modo, com as melhorias propostas a partir da análise dos postos de trabalho, tem-se como principais benefícios ao sistema produtivo: a- padronização de atividades; b- alívio das tensões do operador; c- contribuição para estabilizar a postura do operador; d- redução de esforço para executar as atividades; e- contribuição para o controle de *pallet* e chapas.

Figura 7 - Postos de trabalho melhorados

5.3.3. Estudo das Condições do Ambiente e Segurança do Funcionário

Segundo Iida (2005) e Fiedler *et al.* (2010) as condições do ambiente podem causar danos aos operadores e fatores desfavoráveis à empresa. Desse modo, com o objetivo de adequar as condições do ambiente de trabalho, comparou-se, no Quadro 4, as condições reais do ambiente com as desejáveis citadas por Martins e Laugeni (2005).

Quadro 4 - Comparação das condições do ambiente

Fatores	Condições do ambiente	Condições desejáveis
Temperatura	Varia de acordo com o tempo, mas pode chegar a mais de 40°C	Entre 20°C e 24°C
Ruído	85 decibéis	Até 80 decibéis
Iluminação	395 lux	De 300 lux até 2000 lux
Umidade	68%	Entre 40% e 60%

Observa-se que há divergências na temperatura, no nível de ruído, e na umidade, todos acima dos limites desejáveis. Além desses problemas, o ambiente apresenta baixa circulação de ar e um forte cheiro devido ao cloro utilizado no produto.

Diante da situação do ambiente, percebe-se que o aumento da circulação de ar e a utilização de EPI's contribuem para mitigar as condições indesejáveis. Desse modo, propôs-se a instalação de exaustores no ambiente do processo. A considerar os cálculos de dimensionamento, sugeriu-se a instalação de dois exaustores de telhado com vazão de 18600 m³ no barracão e um exaustor axial com vazão de 11400 m³ na sala de envaze.

Além dos exaustores, propôs-se também a utilização de EPI's para todos os funcionários da linha, de acordo com o posto de trabalho ocupado. Sendo assim, foi recomendada a utilização de máscara semi-facial, calçado de segurança, touca e protetor auricular para todos os operadores, luvas de proteção para o encaixotador, rosqueador e operador da envazadora, além de óculos de proteção e avental de PVC para os operadores da rosqueadora e da envazadora.

Desse modo, as propostas de melhoria do ambiente e da segurança do operador podem proporcionar os seguintes benefícios: a- redução do cheiro de cloro; b- adequação da temperatura; c- aumento da circulação de ar; d- redução da umidade; e- maior conforto e segurança ao operador.

De modo a reforçar os benefícios do estudo, o Quadro 5 apresenta uma análise comparativa entre a situação atual e a situação proposta a partir das melhorias obtidas pela aplicação dos conceitos.

Quadro 5 - Comparação entre a situação atual e a situação proposta

Fatores comparativos	Situação atual	Situação proposta
Quantidade de etapas/atividades	38	29
Movimentação	129,66 m	60,36 m
Funcionários alocados	11	6
Custo unitário	-	Redução de R\$ 0,04
Atividades padronizadas	0	1
Postos com banco semi-sentado	0	4
Postos de trabalho organizados	0	5
Condições do ambiente	Inadequadas	Adequadas aos limites
Utilização de EPI's necessários	Parcial (3)	Total (7)

6. Conclusão

O presente estudo teve como objetivo verificar a eficiência da aplicação, em conjunto, dos conceitos da Engenharia de Métodos e da Ergonomia para a execução de um Projeto do Trabalho que proporcionasse maior qualidade para um processo produtivo de água sanitária.

Diante do estudo realizado na linha de produção, foram fundamentadas propostas que disponibilizam melhorias em todos os seguimentos analisados, ou seja, melhorias do fluxo do processo, dos postos de trabalho e das questões ambientais da linha de produção. Neste ponto,

destaca-se que as melhorias propostas para o processo produtivo de água sanitária são totalmente exequíveis, pois além de ser verificado a sua eficiência, estão dentro dos limites de aplicação do estudo da Engenharia de Métodos e da Ergonomia.

A viabilidade das propostas apresentadas é fundamentada essencialmente no baixo custo para implantação, no retorno baseado na redução de R\$ 0,04 do custo unitário do produto e no aumento da produtividade e da qualidade do processo, provenientes da redução do *leadtime*, da mão-de-obra e de 53,4% da movimentação. Além dessas, destaca-se também a melhoria nas condições de trabalho, as quais foram proporcionadas por atividades padronizadas, condições adequadas do ambiente e postos de trabalho organizados, confortáveis e seguros.

Desse modo, com a implantação das melhorias propostas, a empresa contará com maior eficiência, conforto e segurança no processo produtivo de água sanitária, proporcionando maior produtividade e qualidade do processo e do produto, o que fornecerá à empresa vantagens no mercado, pois aumenta sua competitividade perante aos concorrentes. Essas vantagens estão pautadas essencialmente na oferta de produtos com maior qualidade e um menor custo de fabricação, aumentando assim seus lucros e colaborando para o desenvolvimento da empresa e, consequentemente, sua consolidação no mercado.

No que se refere à utilização conjunta dos conceitos da Engenharia de Métodos e da Ergonomia, nota-se que o âmago do objetivo de ambas é encontrar o melhor método de produção. No entanto, essas áreas de estudo se diferem um pouco no foco quanto aos meios para se atingir esse objetivo. A Engenharia de Métodos apresenta métodos mais abrangentes, que favorecem a identificação de possíveis melhorias, já a Ergonomia é mais focada na inter-relação do ser humano com o ambiente, favorecendo a determinação da situação desejada. Diante do fato que o ser humano é parte integrante dos processos, destaca-se que essas áreas de estudo não são excludentes, mas sim complementares, visto que a sua utilização conjunta pode potencializar os resultados no método melhorado.

Portanto, conclui-se que a utilização das ferramentas e métodos da Engenharia de Métodos junto à Análise Ergonômica do Trabalho (AET) geram benefícios para a execução do Projeto do Trabalho com foco em realizar melhorias em processos produtivos, pois podem proporcionar aumento da eficiência, segurança e conforto do processo, levando a um aumento da produtividade e da qualidade do mesmo, e tudo isso com baixo custo se comparado com a automatização desse processo.

Referências

ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em <www.abergo.org.br>, acessado em 07dez. 2016.

ALEXANDRE, Roberth N. C.; *et al.* **Aplicação da análise ergonômica do trabalho em uma indústria do setor moveleiro.** In XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BERKENBROCK, T. *et al.* **Estudo do trabalho padrão em linhas de montagem de refrigeradores.** In XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA, Brasil, 2009.

BONATTO, F.; KOVALESKI, J. L. **Estudo de tempos e métodos para a elaboração de folha de processos no setor de montagem de cadeiras.** In XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA, Brasil, 2013.

CAMPOS, V. Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total: no estilo japonês.** 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CARVALHO, Fernando Moura de. **Contribuição da ergonomia para projetos em unidades de alimentação.** In XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009. Disponível em <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0004_0921_01.pdf>, acessado em 16 set. 2014.

ERNST&YOUNG. **Metodologia PER para implantação SAP.** Manual da empresa Ernst & Young, 1997.

FIEDLER, Nilton Cesar; *et al.* **Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo.** Revista Árvore, v. 34, n.5, p.907-915, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n5/16.pdf>>, acessado em 16 set. 2014.

GANGA, Gilberto M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção.** São Paulo: Atlas S.A., 2012.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção.** 2. Ed. ver., aum. e atual. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

LAVILLE, A (1977) - Ergonomia. EPU/EDUSP. São Paulo.

LIMA, Thales G. L. S.; *et al.* **Aplicação de ferramentas da engenharia de métodos em um pequeno negócio do ramo de panificação:** estudo de caso. In XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, Brasil, 2014.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2. ed. ver., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MENDES, R. S.; SALOMAO, S.; FONTES, A. R. M.. **Análise de um posto de trabalho em uma empresa do setor químico:** reflexões a partir da perspectiva ergonômica. In XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, Brasil, 2014.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, A. Reis. **Administração da produção:** operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROCHA, Duilio. **Fundamentos técnicos da produção.** São Paulo: Makron, 1995.

SILVA, Peri Guilherme M.; *et al.* **Análise da capacidade produtiva de uma lanchonete com a utilização do estudo de tempo.** In XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, Brasil, 2014.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

TARDIN, M. G. *et al.* **Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora:** um estudo de caso da panificadora Monza. – in XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA, Brasil, 2013.

TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção.** Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Apostila do curso de especialização em qualidade e produtividade (Pós-Graduação) – Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, 2012.

VASCONCELOS, Gabriel S.; *et al.* **Ergonomia cognitiva e a importância do fluxo de informação dentro de um posto de trabalho de uma empresa moveleira do estado de Sergipe.** In XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, Brasil, 2014.

VIDAL, Mario Cesar R.. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na Empresa.** Rio de Janeiro: Editora EVC, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.