

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

RAUL LLOBREGAT FAIRBANKS BARBOSA

ANÁLISE DO TEMPO DE *SETUP* DA FURADEIRA WEEKE BST 500:
perspectivas e melhorias

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2012

RAUL LLOBREGAT FAIRBANKS BARBOSA

ANÁLISE DO TEMPO DE *SETUP* DA FURADEIRA WEEKE BST 500:
perspectivas e melhorias

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Orientador: Prof. D. Sc. Clovis Eduardo Nunes Hegedus

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2012

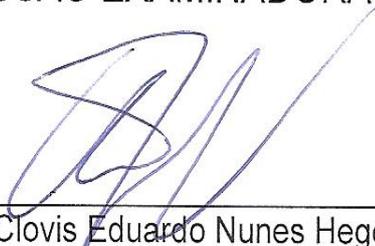
RAUL LLOBREGAT FAIRBANKS BARBOSA

ANÁLISE DO TEMPO DE *SETUP* DA FURADEIRA WEEKE BST 500:
perspectivas e melhorias

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 18 de outubro de 2012.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Clovis Eduardo Nunes Hegedus
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. D. Sc. Wendel Sandro de Paula Andrade
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador



Prof. D. Sc. Djeison Cesar Batista
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

“If in doubt, flat out.”

Colin McRae

AGRADECIMENTOS

À minha família, por toda a sua ajuda, incentivo, exemplo, carinho e amor, que me ajudaram a superar mais esta etapa. Em especial a minha mãe Selma, por todo o carinho dedicado a mim ao longo destes anos, ao meu pai José Julio, incentivador e um dos principais responsáveis por minha formação acadêmica, e ao meu irmão Luca, por ser a pessoa que mais amo, que juntos tiveram fundamental importância na minha formação.

À minha namorada Caroline, pelo apoio, paciência, amor e companheirismo, que foram fundamentais para superação de desafios surgidos durante esta trajetória.

Ao meu avô José Julio, que mesmo não estando presente sempre foi um exemplo para que eu concluísse a graduação em Engenharia.

À Universidade Federal do Espírito Santo, e a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica e a todos os ensinamentos transmitidos.

Em especial aos professores, Clovis Eduardo Nunes Hegedus, Wendel Sandro de Paula Andrade e Djeison Cesar Batista, por me proporcionarem as melhores aulas durante a graduação, sendo capazes de transmitir seus conhecimentos e experiência, os quais serão levados ao longo da minha vida.

À Unicasa Indústria de Móveis S.A. por disponibilizar as informações necessárias para execução deste trabalho.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Industrial Madeireira, em especial aos amigos, Lucas, Leandro, Jordano, João Alberto e Bruno, pelo companheirismo, ajuda, sensatez e superação diante das inúmeras dificuldades encontradas ao longo da graduação.

RESUMO

A gestão de operações auxilia diretamente no gerenciamento da produção, assim, permitindo ver o processo de forma integral. Com a grande competitividade do mercado atual, as empresas visam trabalhar cada vez com estoques mais enxutos, ou seja, caminhando para a filosofia *Just-in-Time*. Sendo assim, ao contatar a Empresa Unicasa Indústria de Móveis S.A., foi relatado que em sua linha de produção a furadeira Weeke BST 500 possui deficiências que prejudicam os seus índices produtivos. Como o *setup* é um dos alicerces da produção enxuta, o presente trabalho o analisou, e diagnosticou problemas que o prejudicam, em seguida propôs soluções embasadas em técnicas adequadas ao processo para um melhor desempenho do maquinário, o que possibilitou uma simulação de ganhos, a qual demonstrou a redução de custos com mão de obra. Realizou-se uma abordagem teórica sobre o tema em questão, de forma que seu significado seja de fácil entendimento, a fim de auxiliar outras empresas que venham a diagnosticar os mesmos problemas em sua linha de produção.

Palavras-chave: Gestão de operações. Estoque. Produção. Tempo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 O polo moveleiro de Bento Gonçalves – RS	4
2.1.1 Histórico da Unicasa Indústria de Móveis S.A.....	5
2.1.2 Remuneração salarial e encargos financeiros.....	6
2.2 O <i>Setup</i>	6
2.2.1 Redução do tempo de <i>Setup</i>	8
2.2.2 Envolver pessoas	9
2.3 Gestão de produção e operações	10
2.4 Filosofia <i>Just-in-Time</i>	11
2.4.1 <i>Kanban</i>	12
2.4.2 Filosofia <i>kaizen</i>	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 Caracterização do ambiente de estudo.....	15
3.1.1 Descrição e funcionamento da furadeira Weeke BST 500.....	17
3.2 Etapas de implantação da sequência sugerida para realização do <i>setup</i>	19
3.2.1 Análise do processo atual	19
3.2.1.1 Análise estatística do tempo de <i>setup</i>	20
3.2.2 Envolvimento de pessoas.....	21

3.2.3 Ações de melhoria.....	22
3.2.4 Tabulação de dados	22
4. RESULTADOS	24
4.1 Processo atual e identificação de problemas	24
4.2 Ações de melhoria.....	26
4.3 Simulação de ganhos	30
5. CONCLUSÕES	33
6. REFERÊNCIAS.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média do tempo total de <i>setup</i> diário no período de 1º de dezembro de 2010 a 21 de janeiro de 2011	24
Tabela 2 – Comparação entre <i>setup</i> sugerido vs. <i>setup</i> operador.....	29
Tabela 3 – Comparação entre o tempo de <i>setup</i> com a sequência original vs. sequência sugerida	30
Tabela 4 – Comparação entre a distância percorrida com a sequência original vs. a sequência sugerida	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Painel de apontamento do Numericon Sistemas de Manufatura Ltda.....	17
Figura 2 – Furadeira Weeke BST 500.....	19
Figura 3 – Gráfico de caixas para a diferenciação de medianas do tempo total de <i>setup</i>	25
Figura 4 – <i>Layout</i> da furadeira Weeke BST 500.	28

1. INTRODUÇÃO

Ao gerenciamento dos recursos e processos produtivos do pacote de serviços entregue ao cliente denomina-se gestão de operações. A maioria das organizações possui uma área que desempenha este papel, estas funções (operações), em geral, processam insumos (clientes, materiais e informações, energia) e usam, para isso, recursos de transformação (máquinas, equipamentos, mão de obra e sistemas de informação). Assim, a gestão de operações se preocupa basicamente como estas funções e processos são gerenciados. Tais tarefas incluem o projeto dos processos, a escolha, configuração, implantação e manutenção das tecnologias de processo, o projeto do trabalho das pessoas envolvidas na operação, o planejamento e controle das atividades, filas, fluxos e estoques, a garantia de níveis adequados de qualidade das saídas, a garantia de níveis adequados de uso dos recursos, entre outros (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Normalmente as operações geram produtos e serviços por meio da transformação de entradas em saídas, o que é chamado de processo de transformação. Desta forma a produção envolve um conjunto de recursos de *input* (entradas), usados para transformar algo ou para ser transformado em *outputs* (saídas), bens e serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O processo produtivo na indústria moveleira é caracterizado por grande verticalização, ou seja, vários processos de produção que elaboram diferentes produtos em uma mesma unidade fabril (LEÃO; NAVEIRO, 2010). A verticalização do setor moveleiro é um dos fatores que dificultam a gestão de operações em grandes indústrias de móveis, e que conseqüentemente geram deficiências no processo produtivo que dificilmente são identificadas. Portanto, a necessidade de estudos contínuos a respeito das operações é fundamental para que as empresas se mantenham competitivas.

Dentre as operações realizadas na indústria moveleira a furação se destaca por ser uma atividade de precisão, e de fundamental importância para a qualidade do produto final. Para realização desta operação são utilizadas furadeiras industriais compostas por cabeçotes múltiplos e diversas ferramentas de furação (brocas). Este sistema de máquina é empregado com o intuito de otimizar o processo produtivo devido ao grande número de furos a serem realizados nas peças produzidas.

Porém, estas máquinas demandam de diversos ajustes ao longo do processo produtivo, estes ajustes são denominados como *setup*¹, e isso ocorre em função da verticalização da indústria moveleira e da grande diversidade de ferramentas empregadas durante a operação.

Goldacker e Oliveira (2008), afirmam que a técnica conhecida como *setup* é um dos pilares para que as organizações consigam produzir de forma eficiente. A redução do seu tempo tem como objetivo minimizar o tempo ocioso e os desperdícios, a fim de elevar a produtividade para reduzir os custos de uma determinada operação.

Ao observar o processo produtivo é necessário identificar desperdícios e ociosidades que possam vir a prejudicar a operação, e para identificá-los pode-se utilizar de sistemas operacionais que compõem o setor de gestão de operações da fábrica e realizar o acompanhamento da operação pessoalmente.

Segundo os mesmos autores, ao empregar outras técnicas para gestão da qualidade e produção, tais como 5S e Kanban, o *setup* se caracteriza, sobretudo pela sua aplicabilidade e funcionalidade em diversos campos de atuação profissional, tendo capacidade para auxiliar em melhorias no processo de produtivo, tais como no caso específico da furadeira Weeke BST 500.

1.1 O problema e sua importância

A furadeira Weeke BST 500 é utilizada na linha de produção da Empresa Unicasa Indústria de Móveis S.A. para fabricação de peças que compõem os móveis modulados das marcas Dell Anno e Favorita.

Em contato prévio com os supervisores da empresa, foi informado que a máquina possui um elevado tempo de *setup*, sendo, portanto, fundamental o acompanhamento do processo produtivo realizado no centro de furação, bem como a análise do seu tempo *setup*.

A operação realizada pelo equipamento é a furação, que segue especificações contidas na ordem de produção. Os lotes processados na furadeira

¹É o termo utilizado para definir o tempo decorrido que uma máquina fica parada para realização de uma troca de ferramenta ou ajuste de produção.

são provenientes das coladeiras de borda, processo que, normalmente, antecede a furação.

A redução do tempo de *setup* é fundamental para um melhor desempenho do equipamento, e isso possibilitará melhores índices produtivos, e conseqüentemente reduzindo atrasos na execução das etapas posteriores à furação, que em casos extremos pode ocasionar ociosidade dos funcionários e necessidade de um terceiro turno de produção.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi realizar a análise do tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500, caracterizada como um recurso de transformação, a qual constitui parte da linha de produção da Empresa Unicasa Indústria de Móveis S.A., situada no polo moveleiro de Bento Gonçalves – Rio Grande do Sul.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar se a sequência sugerida para realização do *setup*, a partir da pré-análise, é mais eficiente que as sequências adotadas pelos operadores;
- Avaliar se sequência sugerida para a realização do *setup* traz ganhos financeiros para a empresa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O polo moveleiro de Bento Gonçalves – RS

O setor moveleiro no Brasil tem uma grande importância social e econômica, principalmente nas regiões onde se encontram os polos moveleiros. Por tal importância, muitos estudos foram e estão sendo praticados na indústria de móveis em nosso País. Esta indústria utiliza um grande volume de matéria-prima florestal, que se for explorada e utilizada corretamente causará um menor impacto ao meio ambiente, por se tratar de um recurso renovável (PRADO, 2009).

O setor moveleiro é importante para a economia brasileira, impactando principalmente nas regiões de maior concentração destas empresas (polos) sendo responsável por 14,4 mil estabelecimentos e gerando 227,6 mil empregos diretos. Todavia, quando considerado todo o pessoal ocupado pelo setor (registrados, terceirizados e autônomos), o número total de postos de trabalhos oferecidos pelo setor moveleiro chegou a cerca de 650 mil em 2009, conforme Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário (ABIMÓVEL, 2009).

Os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná respondem por cerca de 82% da produção nacional; em que somente São Paulo e Rio Grande do Sul representam, respectivamente, 42% e 18% (ABIMÓVEL, 2009).

A indústria moveleira gaúcha teve sua origem no século XIX com a imigração italiana e alemã aos municípios da Região da Serra. Com o conhecimento e a tradição dos imigrantes, a produção de móveis foi iniciada de forma artesanal e para uso próprio. Na década de 1950 iniciou-se a produção em escala industrial, em que a produção foi ampliada e novas empresas foram criadas. Durante as décadas de 60 e 70 ocorreu o auge do crescimento da indústria moveleira, com a implantação de um número significativo de novas empresas na Região da Serra gaúcha (BALESTRO, 2002).

O associativismo local e a criação de órgãos de assessoria (Associação das Indústrias de Móveis do Rio Grande do Sul - MOVERGS e Sindicato das Indústrias de Móveis de Bento Gonçalves, RS – SINDMOVEIS) e de instrução (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais – SEDAI e Serviço de Apoio às Micro e Pequenas

Empresas – SEBRAE) fizeram com que o polo moveleiro de Bento Gonçalves fosse considerado, no Brasil, o mais avançado em termos de tecnologia e desenvolvimento de produtos. Estas instituições possibilitaram a implantação de centros de estudos na região, voltados para o setor moveleiro, introduzindo uma nova cultura industrial voltada para criação de estratégias de produtos e de clientes (POSSAMAI; BOAS; CONCEIÇÃO, 2011).

O polo moveleiro de Bento Gonçalves é formado por empresas de pequeno, médio e grande porte. Com o passar do tempo suas características formadoras foram modificadas, principalmente com o surgimento da globalização que trouxe novos concorrentes e novos desafios de competitividade e adaptabilidade ao novo mercado. Fato este que faz com que as empresas da região busquem investimento em tecnologia, criação de planos de gestão, inovação funcional e física de produtos, implantação de programas de qualidade, implantação de uma logística mais customizada e manutenção de estoque mais enxuto. Tais ações visam atender o consumidor mais exigente, alocar o negócio em um mercado cada vez mais competitivo e também aprimorar as relações de trabalho (POSSAMAI; BOAS; CONCEIÇÃO, 2011).

2.1.1 Histórico da Unicasa Indústria de Móveis S.A.

Por meio da junção das empresas Grendene S.A., Telasul S.A. e Pozza S.A., foi criada a Dell Anno Móveis, na cidade de Bento Gonçalves – RS, em 2 de setembro de 1985. Em 13 de maio de 1987, a Pozza S.A. se retirou da sociedade, transferindo suas cotas para a Grendene S.A. (MATTUELLA, 2010).

As atividades da empresa iniciaram fabricando, exclusivamente, móveis para cozinha. No ano de 1990, começou a utilizar a marca Dell Anno para comercializar seus produtos por meio de canais de distribuição autorizados, surgindo a necessidade de criar uma marca secundária para atender o varejo multimarca, a Karina. Mais tarde, em 1992, começou a produção de roupeiros, que eram vendidos com a marca Lennée. Em 1995 as marcas Karina e Lennée foram extintas do mercado (MATTUELLA, 2010).

Com a comercialização de seus produtos nos canais autorizados, a empresa sentiu a perda do mercado multimarca, e nesse mesmo período iniciou um projeto para a comercialização de uma segunda marca. Focada em custo mais acessível e com a mesma qualidade, surgiu em 2003 a Favorita Modulados, que é comercializada em revendas multimarcas, revendas autorizadas, mas sem exclusividade de território (MATTUELLA, 2010).

A empresa atendia até então apenas as classes sociais A e B, por se tratar de móveis planejados de alto valor agregado. Para garantir todos os nichos de mercado, a Unicasa lançou em 2006 a marca Telasul Madeira, e em 2008 a marca New, atingindo também as classes C, D e E (MATTUELLA, 2010).

Atualmente a Unicasa conta com 923 funcionários diretos e 1863 lojas revendedoras das quatro marcas. O parque fabril ocupa 65 mil metros quadrados e tem capacidade produtiva de 40 mil peças por dia.

2.1.2 Remuneração salarial e encargos financeiros

Segundo o Sindicato das Indústrias do Mobiliário de Bento Gonçalves (SINDMÓVEIS, 2012), o salário normativo para um operador de máquinas determinado pela convenção coletiva do ano de 2012 é de R\$950,00 (novecentos e cinquenta reais). Porém um funcionário não representa somente esse custo para a organização, e segundo Bertó e Beulke (2006), os encargos trabalhistas podem representar de 60% a 90% do valor bruto da remuneração.

2.2 O Setup

De acordo com Goldacker e Oliveira (2008), dentre outras várias ferramentas desenvolvidas para auxiliar a produção e a qualidade, o *setup* surgiu no início da década de 1950 no Japão. A primeira pessoa a utilizar o termo como ferramenta para a redução do tempo gasto na troca de ferramentas foi o japonês Shigeo Shingo.

Setup nada mais é que um termo utilizado para definir o tempo decorrido que uma máquina fica parada para realização de uma troca de ferramentas ou ajuste de produção. É o tempo decorrente desde o momento em que a máquina interrompe sua produção anterior até o início da produção subsequente, com qualidade apropriada, incluindo o tempo consumido para liberações e ajustes necessários durante a troca (SET UP, 2000 citado por GOLDACKER; OLIVEIRA, 2008).

O grande objetivo é a redução dos tempos de parada das máquinas, de forma que a eficiência destas possa ser aumentada. Com isto, é possível que lotes menores sejam produzidos, pois a quantidade de trocas nas máquinas será compensado pela considerável redução do tempo médio gasto em cada troca (GOLDACKER; OLIVEIRA, 2008).

A adoção da filosofia de produção enxuta tornou-se necessária face à concorrência ter adquirido caráter global, em que a redução dos tempos de preparação é um dos pontos-chave para o bom funcionamento do sistema *Just-in-Time*. Para isso, é fundamental definir quais são os processos-chave da empresa, ou seja, quais processos efetivamente têm gerado valor agregado aos clientes e estão perfeitamente alinhados às metas e objetivos da organização. O objetivo do conhecimento dos processos-chave é melhorar ou manter o nível de serviços de toda a cadeia, porém com custos menores (HIMES; TAYLOR, 2004, citado por GOLDACKER; OLIVEIRA, 2008).

Ao implantar a ferramenta *setup* é fundamental saber se os processos-chave estão em concordância com a ferramenta, uma vez que a prioridade para a redução do tempo de *setup* deve ser a atividade que representa a maior restrição ao sistema produtivo.

Identificadas as principais restrições ao sistema, deve-se deixar claro a todos quais são as prioridades em termo de ações para neutralizá-las. Após definida qual parte do processo será o foco das ações de *setup*, é recomendado que se inicie o processo de melhoria.

2.2.1 Redução do tempo de *Setup*

A redução dos tempos de *setup* pode ser obtida por uma grande variedade de métodos, como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de *setup*. Mudanças mecânicas relativamente simples podem reduzir os tempos de *setup* consideravelmente (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Uma das abordagens comumente utilizadas para a redução dos tempos de *setup* é converter o trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina estava parada (*setup* interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (*setup* externo). Há três métodos principais para se conseguir transformar *setup* interno em *setup* externo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009):

Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, em vez de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina está parada. Preferivelmente, todos os ajustes deveriam ser executados externamente, de tal forma que o *setup* interno seja apenas uma operação de montagem.

Monte as diferentes ferramentas ou matrizes num dispositivo-padrão. Novamente, isso permite que o *setup* interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada.

Faça com que a carga e descarga de novas ferramentas e matrizes sejam fáceis. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfície de esferas, podem ajudar bastante (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 492).

Conforme Corrêa e Corrêa (2009), a redução do tempo de preparação da máquina pode ser obtida com as seguintes práticas:

- Documentar como o *setup* é feito atualmente (o uso de videotape é bastante comum) e procurar eliminar etapas desnecessárias e reduzir o tempo das etapas remanescentes;
- Separar o *setup* interno do externo. Para isso deve-se ter todo o material necessário pronto e próximo à máquina antes que o processo de preparação se inicie;
- Preparar o processo de *setup* seguinte cuidadosamente e bem antes do momento em que será necessário executá-lo;
- Adequar o equipamento para permitir uma preparação fácil e com pequena necessidade de ajuste. Ou seja, desenvolver conexões do tipo macho-fêmea

com engate rápido, com múltiplos pinos ou grampos especiais, usar código de cores para identificação de peças e posições, entre outras medidas. O ajuste representa a maior parte do tempo de *setup* e devem ser eliminados ao máximo;

- Projetar dispositivos para armazenagem de ferramentas e dispositivos de fixação na mesma altura do ponto em que serão utilizados na máquina. Com isso, há possibilidade de somente uma pessoa executar a maior parte do *setup*;
- Não requisitar à máquina mais usos do que o necessário. Isso significa programar para uma máquina produtos e componentes que utilizem a mesma preparação ou exijam preparações simples na troca de um produto para outro;
- Treinar o processo de preparação da máquina. A prática é fundamental para a redução do tempo de *setup* quanto o é para a redução do tempo de execução das tarefas de operação.

O tempo de *setup* do equipamento é o principal foco do estudo, com isso, as técnicas descritas servem de base para a redução dos tempos de *setup*, porque de acordo com a filosofia JIT, o tempo de processamento é o único que vale sua duração (agrega valor ao bem). Assim, o enfoque é utilizar o tempo necessário para que se produza com qualidade e sem erros.

2.2.2 Envolver pessoas

Goldacker e Oliveira (2008) afirmam que, certamente um processo melhorado a partir da redução do tempo de *setup* irá beneficiar a empresa e seus clientes. No entanto, um dos mais importantes componentes do processo também será beneficiado com a implantação da ferramenta *setup*: os funcionários. As melhores ideias para a redução do tempo de *setup* normalmente são obtidas por consultas realizadas aos operadores e supervisores que estão diariamente e diretamente envolvidos no processo.

Assim, envolvê-los no processo de implantação da ferramenta *setup* não é só uma forma de demonstrar a importância que estas pessoas possuem para o bom

funcionamento do sistema, mas também de comprometê-los com a eficácia da implantação das mudanças propostas.

2.3 Gestão de produção e operações

A gestão de operações visa o gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos e informacionais), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, tendo como objetivo atender a necessidade e, ou, desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes. Assim, se deve compatibilizar este objetivo com as necessidades de eficiência no uso dos recursos que os objetivos estratégicos da organização requerem (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Quer vise lucro ou não, toda organização tem dentro de si uma função de operações, pois gera algum “pacote de valor” para seus clientes, que inclui algum composto de produtos e serviços. Os “clientes” podem ser internos ou externos, no caso de clientes internos (outros setores da empresa), e clientes externos (usuários externos à organização), ou seja, consumidores finais (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Independente da lógica que utilize, os sistemas de gestão de produção devem cumprir seu papel de suporte aos objetivos traçados pela organização. Os sistemas devem ser capazes de apoiar o tomador de decisões logísticas a planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização, planejar os materiais comprados, planejar os níveis adequados de estoque de matérias-primas, semiacabados e produtos finais, nos pontos certos, programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, e nas atividades certas e prioritárias (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007).

A necessidade de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (produção) tem grande destaque em grandes organizações. Isso resulta que a previsão dessas informações é crucial aos parceiros do negócio (clientes e fornecedores, internos e externos, do sistema produtivo), para alavancar positivamente a contribuição estratégica para o bom desempenho dessa cadeia de

suprimentos a que pertencem. Isso influi diretamente no controle e na qualidade dos produtos semiacabados que chegam ao equipamento para serem processados. Esta é uma função do sistema de administração de produção que tem a ver com o controle da produção. A disponibilidade de informações é, na verdade, um pré-requisito para se ter controle do processo, estas informações normalmente são obtidas com auxílio de sistemas de supervisão de produção, que registram todas as operações realizadas durante a transformação dos insumos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007).

Conforme o parágrafo anterior, a partir das informações disponíveis é possível usar ferramentas de gestão e controle da produção para ter indicativos da utilização da capacidade produtiva de um processo. E segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o fator de utilização é a proporção entre o volume de produção realmente conseguido por uma operação e sua capacidade de projeto, o que indica o nível de utilização da operação. Quanto mais próximo da unidade de utilização melhor será o aproveitamento da operação, e os valores expressos no cálculo do fator de utilização são adimensionais.

2.4 Filosofia *Just-in-Time*

O *Just-in-Time* (JIT) surgiu no Japão, em meados de 1970, sendo desenvolvido na Toyota Motor Company por um diretor de produção chamado Taiichi Ohno, o qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar precisamente a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso possível (OHNO, 1997).

O sistema de “puxar” a produção a partir da demanda, produzindo em cada estágio somente os itens necessários, nas quantidades e no momento necessário, ficou conhecido no Ocidente como sistema JIT, sendo que uma abordagem facilitadora do sistema é o *Kanban*, que é o nome dado aos cartões utilizados para autorizar a produção e a movimentação de itens, ao longo do processo produtivo (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

A abordagem JIT está sendo adotada fora de suas raízes automotivas tradicionais, manufatureiras e de alto volume. Porém, onde quer que seja aplicada,

os princípios sempre serão os mesmos. O princípio de operações enxutas é relativamente claro e de fácil entendimento. Trata-se de buscar eliminar todos os desperdícios e desenvolver uma operação que é mais rápida e confiável, produzindo produtos e serviços de maior qualidade e, acima de tudo, operar com custo baixo. *Just in time* significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes, para que formem estoques, e não depois, para que os clientes não tenham de esperar (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Conforme Corrêa, Gianesi e Caon (2007), para eliminar desperdícios é necessário analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar as que não agregam valor à produção. Para compreender melhor tais atividades, será utilizado a classificação proposta por Ohno (1997), reconhecida autoridade em JIT e engenheiro da Toyota Motor Company no Japão. De acordo com o mesmo, o primeiro passo é identificar completamente os desperdícios:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de tempo disponível (espera);
- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processo em si;
- Desperdício de estoque disponível;
- Desperdício de movimento;
- Desperdício de produzir produtos defeituosos.

A abordagem JIT tem por característica a não aceitação da situação vigente ou mesmo de padrões de desempenho. As metas funcionam como padrões, com base nos quais é exercida a atividade de controle que procura minimizar os afastamentos que ocorrem em relação a esses padrões. Ao efetuar esse controle, o processo é mantido estável e mantém os resultados dentro das tolerâncias aceitáveis.

2.4.1 *Kanban*

O sistema de cartões, conhecido como *kanban* age como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos

finais (CORRÊA; CORRÊA, 2009). De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o controle *kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, ele é algumas vezes chamado de “correia invisível”, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Simplificando, é um cartão utilizado para informar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado.

Independente do tipo de *kanban* utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um cartão dispara o movimento, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contêiner padrão de unidades. Os *kanbans* são os únicos meios pelos quais o transporte, a produção ou fornecimento podem ser autorizados, mesmo quando o *kanban* não é um cartão ou um objeto. Podem ser espaços demarcados no chão da fábrica, que são desenhados para alocar contêineres ou peças de trabalho, quando um quadrado se encontra vazio a produção é disparada no estágio que abastece o quadrado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O *kanban* pode ser dividido em dois tipos de procedimentos. Eles são conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O sistema de cartão único é o mais simples de operar, por isso é o mais utilizado. Utiliza-se somente *kanbans* de movimento (ou *kanbans* do fornecedor, quando o fornecimento de materiais é de uma fonte externa) – (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O sistema de dois cartões foi utilizado inicialmente na fábrica da Toyota no Japão, consiste na utilização de dois cartões *kanban*, um deles denominado *kanban* de produção e o outro *kanban* de transporte. O cartão de produção dispara a produção de um lote (geralmente, pequeno e próximo à unidade) de peças de determinado tipo, em um centro de produção. No cartão constam, em geral, as seguintes informações: número da peça, descrição dela, tamanho do lote a ser produzido e colocado no contêiner padronizado, centro de produção responsável e local de armazenagem. O *kanban* de transporte autoriza a movimentação do material pela fábrica, do centro de produção que o fabrica para o centro de produção que o consome em seu estágio do processo. O cartão contém as seguintes informações: número da peça, descrição dela, tamanho do lote de movimentação, centro de produção de origem e centro de produção de destino (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

2.4.2 Filosofia *kaizen*

A filosofia *kaizen* está embasada na eliminação de desperdícios enfocada no bom senso, no uso de soluções baratas que se sustentam na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática de seus processos de trabalho, em busca por melhoria contínua. A ferramenta ficou mundialmente conhecida pela sua aplicação dentro do Sistema Toyota de Produção (BRIALES; FERRAZ, 2007).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do ambiente de estudo

O funcionamento do setor fabril adotado pela Unicasa Indústria de Móveis S.A. será descrito a seguir de acordo com os estudos de (MATUELLA, 2010).

O sistema produtivo é dividido em centros de trabalho, de modo a ser estruturado como uma linha produtiva. Internamente a fábrica é classificada em marcenaria, embalagem e expedição. O setor da marcenaria é classificado em centro de pré-corte, centro de reenquadramento e centro de furação.

A empresa possui duas unidades fabris, em que a fábrica I gera os produtos das marcas Dell Anno e Favorita e a fábrica II produz os móveis das marcas New e Telasul Madeira. Estas são divididas em três setores de trabalho: marcenaria, embalagem e expedição. O grande percentual de vendas é feito por meio de lojas exclusivas que passam os pedidos por meio de um sistema integrado, alimentado assim, o banco de dados da empresa. Os pedidos aprovados são alocados automaticamente no sistema, sempre levando em consideração a quantidade máxima de unidades de esforço de produção (UEPs) pré-estabelecidas pelas metas de vendas.

O setor de Programação e Controle da Produção recebe do setor de vendas os pedidos efetuados diariamente, verifica a produção do dia e gera os planos para posterior produção. As ordens de produção são dadas conforme a demanda, mas sempre seguindo um lote fixo e um lote de segurança pré-cadastrado. Os planos de corte (PCs) são determinados a partir das ordens de produção. Para melhor aproveitamento dos painéis os planos de corte são realizados por meio de um *software* específico o V8, que visa otimizar o aproveitamento dos painéis ganhando em produtividade e conseguindo também gerenciar as perdas da matéria-prima do processo.

O sequenciamento da produção na empresa é realizado para o estoque de produto pronto e não sobre a demanda de pedidos. Diariamente é realizado um cálculo utilizando o sistema *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) que confronta a quantidade de peças a ser fabricada com a quantidade em estoque. E

quando ultrapassa o valor estabelecido do estoque de segurança, é gerada uma ordem de fabricação com uma quantidade padrão a ser produzida.

Atualmente o operador é quem define a sequência a ser produzida, sem que prejudique a data de expedição do pedido, e esta responsabilidade cabe ao funcionário, que identifica os modelos críticos de produção ou a sequência mais adequada para seu controle.

O processo produtivo se inicia no setor de marcenaria, recebendo os planos de corte, desenhos e ordens de fabricação. O processamento dos painéis de MDF e MDP começa pelo corte, no qual este trabalho é composto apenas pelas máquinas seccionadoras. Em seguida, as peças seguem para o centro de acabamento, composto por máquinas perfiladeiras e coladeiras de bordas, que realizam as operações de ranhura, rebaixo e colagem de bordas. Por último, as peças são encaminhadas para o setor de furação.

O último processo antes da estocagem é a inspeção de qualidade, que acontece em peças totalmente prontas. O setor de inspeção final é quem determina se a peça atende ou não aos requisitos para liberação. A inspeção acontece avaliando todos os dados contidos no desenho técnico, ou seja, tipo de furação, acabamento, dimensões, bordas, medida entre furos e também informações sobre a matéria-prima e estado de conservação. Neste momento é efetuada a comparação entre a quantidade de peças produzidas e a quantidade especificada na ordem de fabricação. Sabe-se que podem ocorrer diversas situações que levem a refugar peças, assim o responsável pela inspeção precisa anotar o número de peças aprovadas e liberar o lote para armazenagem, lançando esta quantidade lançada no sistema, e atualizando o estoque.

Se houver alguma irregularidade durante o processo produtivo, o operador separa a peça e informa ao sistema de apontamento Numericon Sistemas de Manufatura Ltda. (SSP) o código de refugo ou retrabalho e a quantidade de peças, dando posteriormente destino ao material, que pode ser o setor de reaproveitamento ou voltando para o processo produtivo para retrabalhar a peça (quando a medida permitir). Além de auxiliar no controle de qualidade do processo, o sistema SSP registra todas as operações realizadas pelas máquinas durante os turnos de trabalho.



Figura 1 – Painel de apontamento do Numericon Sistemas de Manufatura Ltda.

Fonte: O autor.

3.1.1 Descrição e funcionamento da furadeira Weeke BST 500

A furadeira Weeke BST 500 tem como função realizar furos na matéria-prima empregada no processo produtivo, que são chapas de *Medium Density Fiberboard* (MDF) e *Medium Density Particleboard* (MDP), constituintes das linhas de móveis retilíneos da indústria.

Conforme X-FACTORY (2012) a furadeira é composta por oito cabeçotes verticais e dois cabeçotes horizontais, tendo potencia total de 2,4 HP e capacidade produtiva de até 30 peças por minuto, porém, por questões de qualidade, a empresa trabalha com capacidade produtiva de 14 peças por minuto. Além da furadeira, um carregador e um descarregador compõem este centro de furação, e auxiliam no abastecimento dos lotes de produção durante o processo, em que o transporte das peças entre carregador, furadeira e descarregador é efetuado por correias transportadoras.

O funcionamento da furadeira é embasado no sistema de coordenadas cartesianas, no qual cada peça possui um registro especificando o posicionamento

dos cabeçotes e a profundidade de atuação das brocas. Após receber a ordem de produção o operador insere no sistema o código de registro da peça, e verifica as coordenadas em que os cabeçotes devem ser posicionados. Em seguida, eles são posicionados manualmente com o auxílio de uma ferramenta específica para isso. Ao fim desta etapa é possível verificar se os cabeçotes se encontram em posição adequada e caso não estejam, não é possível dar início a produção.

Dependendo da peça em questão podem ser utilizados cabeçotes múltiplos, os quais possuem capacidade para mais de uma broca, assim, otimizando o processo. As brocas possuem comprimento padrão e são fixadas nos cabeçotes por sistemas macho e fêmea, assim facilitando a sua troca durante o período *de setup*.

O processo produtivo é dividido em nove etapas distintas, primeiramente o operador registra a ordem de produção no SSP e indica o início de *setup* no sistema; em seguida, efetua o carregamento do lote a ser produzido; depois de carregado, o operador seleciona as ferramentas necessárias para o ajuste e destina a máquina para realizá-lo de acordo com a peça a ser produzida. Ao terminar o *setup*, o operador o registra novamente no SSP e dá início a produção. Com o fim do processo produtivo é efetuado um novo registro no SSP para indicar o término da produção, e o descarregamento é efetuado sobre um lastro², posicionado na saída do descarregador assim que é indicado o fim da produção. Em seguida o lote é encaminhado para o setor de controle da qualidade.

²Painel MDF que tem como função alocar os lotes de produção, assim facilitando o transporte sobre as esteiras.



Figura 2 – Furadeira Weeke BST 500

Fonte: O autor.

3.2 Etapas de implantação da sequência sugerida para realização do *setup*

A abordagem utilizada tem como método o estudo de caso aplicado à análise do tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500, o qual foi realizado no período entre 1º de dezembro de 2010 e 21 de janeiro de 2011, correspondendo a um total de 22 dias úteis de trabalho. Durante o período descrito foram feitas todas as coletas de dados e aplicada metodologia adaptada do estudo de Goldacker e Oliveira (2008), que serão descritas abaixo.

3.2.1 Análise do processo atual

A análise do processo atual é recomendada que seja efetuada pessoalmente, a fim de diagnosticar eventuais problemas. Para isto, o processo de

setup foi cronometrado, e com o auxílio de pedômetro foi medida a distância percorrida pelo operador durante a sua realização. Outro fator que se observou durante esta etapa, é de como o *setup* está sendo realizado. É importante distinguir o que pode ser realizado como *setup* externo de atividades de *setup* interno, e também verificar se não há atividades de *setup* externo sendo realizadas como *setup* interno.

Além da análise do tempo de *setup*, foram coletados dados de produtividade, principalmente a capacidade de produção por minuto da máquina em questão. Todas as coletas foram realizadas de forma aleatória, para que fosse obtida melhor representatividade do processo.

Para complementar a análise do processo atual utilizou-se o *software* SSP para coleta de dados, tais como: tempo total de *setup* diário e tempo total diário de produção, referentes aos três turnos 1, 2 e 3, e a partir desses dados foi possível conhecer o processo e diagnosticar onde é possível a aplicação de melhorias.

Os dados referentes a paradas para manutenção programada ou manutenção corretiva não foram computados, pois o objetivo do trabalho foi efetuar a redução do tempo de *setup* visando ganho em produtividade.

3.2.1.1 Análise estatística do tempo de *setup*

A análise estatística do tempo total de *setup* diário foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, e o nível de significância adotado foi de até 5% de probabilidade para todos os testes. O efeito dos tratamentos, turno 1 (T_1), turno 2 (T_2) e turno 3 (T_3), foi verificado pela aplicação da análise de variância (ANOVA) e, para a sua validação, aplicou-se o teste de Bartlett, que verifica uma das premissas básicas para a realização da ANOVA, que é a homogeneidade das variâncias entre os tratamentos (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

Ao se verificar a homogeneidade das variâncias, aplicou-se a ANOVA, confirmando a rejeição da hipótese nula, ou seja, quando pelo menos uma das médias não foi estatisticamente igual (valor $P < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey para a diferenciação das médias.

Nos casos em que pelo menos uma das variâncias não foi estatisticamente igual, aplicou-se o teste H de Kruskal-Wallis, que fornece um método não paramétrico para a ANOVA, para classificação de um critério ou experimentos com um fator, podendo-se fazer generalizações (SPIEGEL, 1994).

Neste teste, os dados originais dos três tratamentos, T_1 , T_2 e T_3 são ordenados crescentemente e recebem scores, fornecendo um escore médio por tratamento no lugar da média. Nos casos em que pelo menos uma das medianas não foi estatisticamente igual, (valor $P < 0,05$), utilizou-se o gráfico de caixas (*Box-and-Whisker Plot*) para identificar quais medianas são diferentes entre si.

3.2.2 Envolvimento de pessoas

Seguindo a filosofia *kaizen* que foca na eliminação de desperdícios utilizando soluções baratas que se sustentam na motivação e criatividade dos colaboradores, todos os responsáveis pelo processo produtivo realizado na furadeira Weeke BST 500 foram envolvidos na análise do tempo de *setup* da máquina.

Entre os funcionários envolvidos no projeto estavam, o supervisor do setor, um responsável por conduzir o projeto e um operador de máquina. O envolvimento do operador foi fundamental para a condução do estudo, pois foi o funcionário que mais agregou e disponibilizou informações a respeito do funcionamento da furadeira e realização do seu *setup*.

O critério adotado para definir o operador que realizou os testes foi embasado no conhecimento e experiência adquiridos ao longo dos anos de trabalho, sendo assim, o operador do turno 1 foi selecionado para os testes de implantação de melhorias por já trabalhar a 12 anos nesta função, e ser o mais experiente a operar a furadeira Weeke BST 500. A ideia inicial foi testar com este funcionário as alterações propostas, e caso surtisses efeito seriam repassadas aos operadores dos turnos 2 e 3.

3.2.3 Ações de melhoria

Durante esta etapa todos os envolvidos diretamente no processo foram ouvidos, e as ações de melhorias propostas analisadas. Para isso foi recomendado que os participantes tivessem total liberdade para emitir suas opiniões e comentários como acharem pertinentes, e ao final foram definidas as melhores sugestões.

Antes que as sugestões de melhoria fossem implantadas foi necessário que os colaboradores passassem por um período de adaptação e treinamento de acordo com as alterações efetuadas. No final do processo de implementação, foi cronometrado e mensurado a distância percorrida pelo operador no processo alterado, para que assim fosse possível visualizar mais fácil as diferenças e benefícios agregados ao processo após as alterações.

Seguindo a metodologia proposta por Goldacker e Oliveira (2008), foi realizada uma reunião envolvendo os principais operadores e funcionários do processo de redução do tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500. Essa etapa foi fundamental para determinar quais seriam as responsabilidades de cada um dos operadores ou funcionários durante o desenvolvimento das atividades, e definir quais as técnicas aplicadas durante o processo.

3.2.4 Tabulação de dados

O curto período para realização do estudo resultou na impossibilidade de coletas futuras para aferir a eficiência na implantação das alterações propostas, com isso todas as informações geradas durante as ações de melhoria foram aplicadas aos dados coletados na análise atual do processo.

Para verificar se as ações propostas foram eficientes, foi realizada uma simulação, a qual teve como intuito diagnosticar a real possibilidade de ganho em produtividade. E para verificar sua eficácia, os resultados desta simulação foram transformados em indicadores financeiros, de forma a expressar claramente se os resultados trouxeram retorno financeiro ou não.

A tabulação dos dados foi dividida em cinco passos, assim, facilitando a compreensão da metodologia adotada.

- 1º passo: capacidade de produção do projeto.

Para identificar a capacidade de produção do projeto, foi realizado o cálculo levando-se em consideração a carga horária de trabalho de cada um dos funcionários dos três turnos de produção, e em seguida as mesmas foram multiplicadas pelo período estudado, 22 dias úteis de trabalho.

- 2º passo: capacidade efetiva de operação.

A capacidade efetiva de operação é igual à soma do tempo total de produção diário de cada um dos três turnos de produção. Dessa forma, realizou-se a soma dos dados referentes ao tempo total de produção diário dos 22 dias úteis de trabalho.

- 3º passo: redução do tempo total de *setup* em função da sequência sugerida.

Deve-se computar o tempo total gasto com *setup* durante o período estudado com o auxílio dos dados coletados no SSP, e em seguida subtrair o percentual de redução ocorrido devido à adoção da sequência sugerida na realização do *setup*. Ao reduzir o tempo gasto com *setup* é possível aumentar a capacidade efetiva da operação, sendo assim, o valor desta redução deve ser somado ao valor encontrado na capacidade efetiva da operação.

- 4º passo: cálculo do fator de utilização.

Com base nos dados coletados anteriormente realizou-se o cálculo do fator de utilização em função de duas situações.

- 5º passo: retorno financeiro.

Para o cálculo do retorno financeiro levou-se em consideração o valor do salário normativo definido pela convenção coletiva de 2012 do polo moveleiro de Bento Gonçalves, e adotou-se como encargos financeiros 75% da remuneração bruta do funcionário. A partir disto, foi identificado o custo diário que o mesmo representa para a empresa, assim, possibilitando simular o retorno financeiro gerado com a implantação da sequência sugerida para a realização do *setup*.

4. RESULTADOS

4.1 Processo atual e identificação de problemas

A partir da análise e coleta dos dados do processo atual da furadeira Weeke BST 500, foi possível verificar uma grande variedade de peças, além da alta rotatividade diária das mesmas. Durante o período estudado foram produzidas 363 peças diferentes, sendo que cada peça possui um *setup* específico, o que dificulta a aproximação entre *setups* similares com o intuito de reduzir do tempo gasto com *setup*.

Com isso, o foco das melhorias foi voltado para a análise do *setup* e de como ele está sendo realizado. Para auxiliar na interpretação desta atividade e ter indicadores quantitativos e qualitativos foi realizada a análise estatística dos dados do tempo total de *setup* diário para os turnos 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Média do tempo total de *setup* diário no período de 1º de dezembro de 2010 a 21 de janeiro de 2011

Tratamentos	Tempo total de <i>setup</i> (min.)	Média	Repetições	Escore Médio
T ₁	3573,02	162,41	22	43,813
T ₂	1922,02	87,36	22	26,901
T ₃	1237,29	72,78	17	19,705
Teste H	-	19,523**	-	-

Fonte: O autor.

O teste de Bartlett (1,43445**) revelou que as variâncias dos tratamentos na análise do tempo total de *setup* foram significativamente diferentes entre si, o que impossibilitou a ANOVA. Contudo, o teste H revelou que existe diferença estatisticamente significativa (99% de confiança) entre as medianas dos tratamentos para o tempo total de *setup*. Para diferenciação das medianas entre os tratamentos utilizou-se o gráfico de caixas, conforme Figura 3.

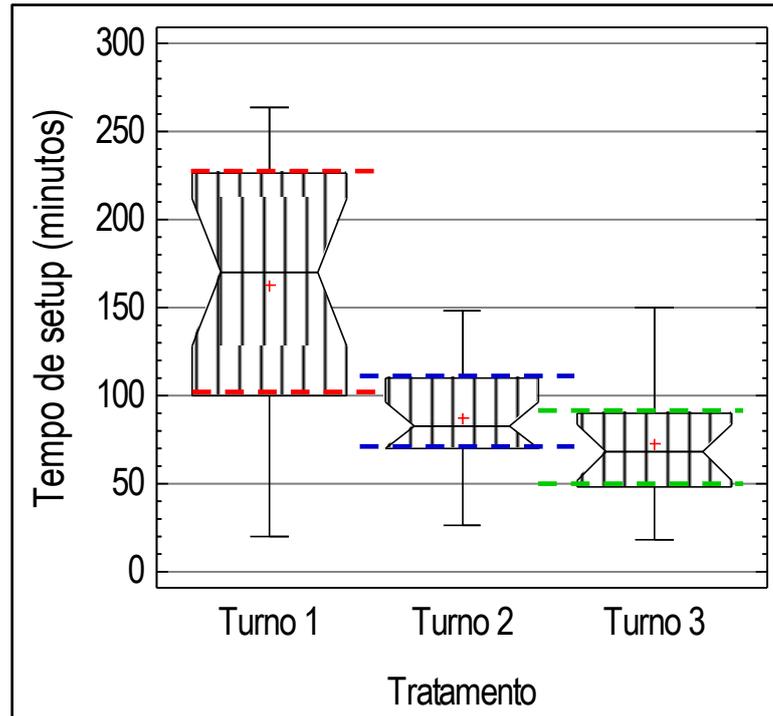


Figura 3 – Gráfico de caixas para a diferenciação de medianas do tempo total de *setup*
 Fonte: O autor.

Ao observar o gráfico de caixas, nota-se que não houve sobreposição total das áreas dos entalhes das caixas entre os tratamentos, significando que todas as medianas não foram estatisticamente iguais, com 95% de confiança.

Comprovado que o tempo total de *setup* diário entre os turnos 1, 2 e 3 são estatisticamente diferentes entre si, pode-se afirmar que a forma com que os operadores realizam o *setup* é um dos fatores que influenciam nesta diferença. Com isso, é possível assegurar que o acompanhamento realizado pessoalmente do processo produtivo do centro de furação foi fundamental para auxiliar no diagnóstico do processo atual de *setup* da furadeira Weeke BST 500.

De acordo com o parágrafo anterior, os fatos apresentados demonstraram a necessidade da padronização da atividade do *setup* para os três turnos, buscando assim por tempos de *setup* menores e iguais entre si. Para isso, foi necessário identificar vícios e operações desnecessárias realizadas pelo operador durante o *setup*.

Ao continuar com a análise do processo foi possível identificar atividades de *setup* externo sendo realizadas como *setup* interno, o que contribui para o aumento

do tempo de *setup*. Nestes casos, atualmente pode-se considerar como *setups* internos as operações:

- Buscar a ordem de produção para dar início à produção.
- Selecionar brocas no armário de ferramentas e levá-las para a máquina.
- Buscar e posicionar o lastro na esteira do descarregador.
- Alocar o lote na entrada do carregador.

Após esta etapa foi possível diagnosticar a situação em que o processo de *setup* se encontra atualmente. Com base nessas informações foram propostas ações de melhorias que serão descritas a seguir.

4.2 Ações de melhoria

Diante dos problemas identificados na análise do processo atual, uma alternativa proposta foi o desenvolvimento de uma a sequência a ser seguida pelo operador em conjunto com operações pré-definidas que deveriam ser realizadas anteriormente ao início do *setup* com o intuito de reduzir o tempo de máquina parada.

Para definir a melhor sequência a ser seguida na realização do *setup*, o operador o realizou da forma que acha mais adequado, junto a isso foi medida a distância percorrida por ele utilizando-se um pedômetro e cronometrado o tempo gasto para realização do *setup*. Em seguida o operador seguiu a sequência proposta e, novamente foram efetuadas as medições. Após isso, os valores foram comparados para assim definir se a sequência proposta é mais eficaz que a sequência adotada originalmente pelos operadores.

O desenvolvimento de uma sequência padrão para realização do *setup* foi adotado por causa da grande variedade de peças que são produzidas na furadeira Weeke BST 500, com isso, não possuindo um tempo de *setup* padrão. Portanto, uma das formas de aperfeiçoar o *setup* foi quantificando a distância percorrida pelos operadores durante a realização do mesmo.

Aplicando-se técnicas de troca rápida de ferramentas (TRF) é possível transformar *setups* internos em *setups* externos. Para torná-los externos é

recomendado que fossem realizados antes de iniciar-se o *setup*, ou seja, enquanto ainda é produzido outro lote.

Assim, foi fundamental buscar a ordem de produção, o lastro e posicionar o lote a ser produzido na entrada do carregador enquanto a máquina está trabalhando, reduzindo assim o tempo ocioso do operador.

O lastro pode ser alocado na esteira de entrada do descarregador, enquanto a ordem de produção fica em mãos do operador para dar início à produção.

Uma alternativa para reduzir a distância percorrida pelo operador durante a troca de ferramentas é desenvolver uma bandeja para posicionar as brocas necessárias para o *setup* seguinte, dessa forma o operador seleciona as brocas que serão utilizadas no próximo *setup* e as leva até a furadeira antes do mesmo ser iniciado. Assim, o operador poderia alocar a bandeja sobre a máquina para efetuar a troca de brocas durante o *setup* sem que houvesse necessidade de ir buscá-las, além de a própria bandeja facilitar a organização e remoção das brocas que se encontram na máquina.

Foram realizadas dez comparações entre *setups* diferentes uns dos outros, e comparados os *setups* originais (realizado pelo operador) e os sugeridos, todos de forma aleatória. Para exemplificar, a comparação escolhida foi o *setup* realizado na transição de produção das peças “Lateral REF.BS 1541” e a “Lateral REF.BS 9814”, em que são removidas seis brocas dos cabeçotes que efetuam a furação da base e topo da peça e são colocadas outras quatro brocas nos mesmos cabeçotes, e em seguida os cabeçotes horizontais são abertos para que a nova peça se encaixe na máquina, pois suas dimensões são maiores. Por último, reposiciona-se o cabeçote que realiza a furação do meio da peça devido ao furo ser em uma posição diferente.

Os resultados obtidos ao compararem-se os *setups* realizados pelo operador e os sugeridos encontram-se na Tabela 2, em que o *setup* 1 é referente a transição de produção das peças descritas anteriormente.

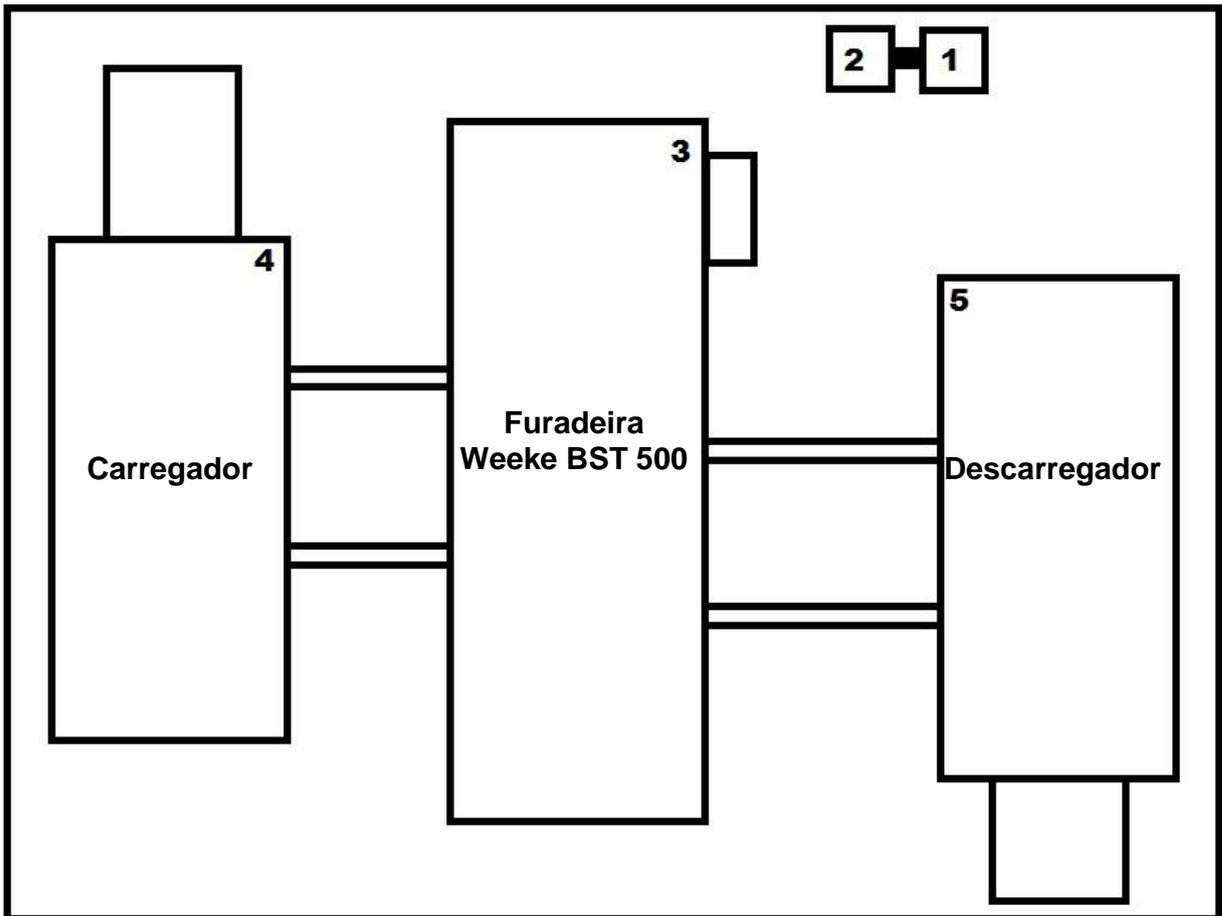


Figura 4 – *Layout* da furadeira Weeke BST 500

Fonte: O autor.

Legenda:

- 1 – Numericon Sistemas de Manufatura Ltda. (SSP).
- 2 – Armário de brocas.
- 3 – Furadeira Weeke BST 500.
- 4 – Carregador.
- 5 – Descarregador.

Após reuniões com os envolvidos no projeto, foi concluído que a sequência ideal para a realização do *setup*, e adotada para teste é a: 1 – (Numericon Sistema de Manufatura Ltda.); 4 – (Carregador); 5 – (Descarregador); 3 – (Furadeira Weeke BST 500); 1 – (Numericon Sistemas de Manufatura Ltda.), as operações descritas na sequência sugerida são consideradas como atividades de *setup* interno.

Seguindo a sequência sugerida, primeiramente o operador realiza o registro da ordem de serviço e o início do *setup* no SSP, e em seguida abastece o carregador. O passo seguinte é o posicionamento do lastro dentro do descarregador, e após isto o operador se direciona a furadeira para realização de ajustes e troca de brocas, e ao término dos ajustes ele retorna ao SSP e aponta fim de *setup*.

É válido destacar que a sequência sugerida só funciona se as atividades propostas como *setups* externos forem realizadas corretamente, assim reduzindo o tempo ocioso do operador e não influenciando na realização e tempo do *setup* interno.

Tabela 2 – Comparação entre *setup* sugerido vs. *setup* original

Setup	Sequência	Distância (passos)	Tempo (min.)
1	1-3-2-3-1-3-5-4-3-1	55	6,16
	1-4-5-3-1	46	4,58
2	1-4-3-2-3-5-3-1	167	44,02
	1-4-5-3-1	142	34,14
3	4-1-3-2-3-5-1	88	10,42
	1-4-5-3-1	74	8,14
4	5-4-1-3-2-3-1	125	26,38
	1-4-5-3-1	108	20,17
5	1-5-3-2-3-2-4-1	49	5,27
	1-4-5-3-1	43	4,27
6	1-3-2-3-4-3-5-1	73	8,50
	1-4-5-3-1	62	6,77
7	4-1-2-3-2-3-2-5-1	95	14,00
	1-4-5-3-1	80	10,54
8	1-2-3-2-4-2-3-5-1	148	32,48
	1-4-5-3-1	127	24,83
9	1-4-2-3-2-3-2-5-1	102	19,28
	1-4-5-3-1	89	15,28
10	1-5-2-3-2-3-4-1	107	19,28
	1-4-5-3-1	92	15,17

Fonte: O autor.

Tabela 3 – Comparação entre o tempo de *setup* com a sequência original vs. a sequência sugerida

	Sequência original	Sequência sugerida
Média (minutos)	18,58	14,39
C.V. (%)	67,68	67,31
Redução (%)		22,56

Fonte: O autor.

Tabela 4 – Comparação entre a distância percorrida com a sequência original vs. a sequência sugerida

	Sequência original	Sequência sugerida
Média (passos)	101	86
C.V. (%)	37,58	37,75
Redução (%)		14,64

Fonte: O autor.

Nas Tabelas 3 e 4, é possível observar que a redução no tempo de *setup* é devido à técnica empregada, sendo que a economia de tempo ocorre em função da menor distância percorrida pelo operador e a realização das atividades de *setups* externos, assim, foi possível reduzir o tempo dos *setups* testados em 22,56%, comprovando a eficiência da sequência sugerida. Portanto, é recomendado que a sequência fosse empregada nos três turnos de produção, o que implicaria em uma maior redução do tempo de máquina parada e maior produtividade do centro de furação.

4.3 Simulação de ganhos

A partir dos dados do tempo total de *setup* diário, tempo total de produção diária e redução do tempo de *setup* foi realizada uma simulação de ganhos para quantificar o retorno financeiro acarretado pela redução do tempo de *setup* da

furadeira Weeke BST 500. A simulação de ganhos foi efetuada em cinco passos, os quais serão descritos a seguir.

- 1º passo: capacidade de produção do projeto.

Para saber a capacidade de produção do projeto levou-se em consideração que o tempo de expediente de cada operador é de 480 minutos por dia, e assim, a capacidade de produção mensal do projeto referente aos três turnos de produção é de 31.680 minutos.

- 2º passo: capacidade efetiva de operação.

A capacidade efetiva de operação é igual à soma do tempo total de produção diário de cada um dos três turnos, sendo esta igual a 15.965,68 minutos, referente ao tempo real de produção.

- 3º passo: redução do tempo total de *setup* em função da sequência sugerida.

O tempo gasto com a realização de *setup* nos três turnos de produção ao fim do período de estudo foi igual a 6.732,33 minutos, e é definido como perdas que podem ser evitadas. Durante a realização do *setup* dois desperdícios incidem diretamente nele, o de tempo e de movimento, e assim, ao evitar estes desperdícios é possível reduzir em 22,56% o tempo total de *setup*. Com isso, é possível aumentar a capacidade efetiva em 1.518,81 minutos, e a mesma passa ser de 17.484,49 minutos.

- 4º passo: cálculo do fator de utilização.

O fator utilização é a proporção entre o volume de produção realmente conseguido por uma operação e sua capacidade de projeto, o qual tem como objetivo demonstrar o nível de aproveitamento da operação. Com isso, o fator de utilização foi calculado em duas situações distintas com o intuito de comprovar o incremento ocorrido na capacidade efetiva da operação.

Situação 1: *Setup* original – tempo real de produção e capacidade de projeto.

$$Utilização = \frac{15.965,68}{31.680} = 0,504 \quad (1)$$

Situação 2: *setup* sugerido – tempo real de produção com incremento de 1.518,81 minutos devido a redução do tempo de *setup* e capacidade de projeto.

$$Utilização = \frac{17.484,49}{31.680} = 0,552 \quad (2)$$

Analisando os fatores de utilização em ambas as situações, é possível notar um ganho de 9%, o que indica uma melhor utilização da capacidade produtiva da furadeira Weeke BST 500, assim comprovando o incremento na capacidade efetiva da operação gerado pela redução do tempo de *setup*.

- 5º passo: retorno financeiro.

O turno 3 funciona para atender a demanda gerada pelos turnos 2 e 3, ou seja, o que não foi possível ser produzido nos dois primeiros turnos é produzido no terceiro turno. Portanto, ao diminuir os desperdícios é possível reduzir o tempo de operação do turno 3 em 1.518,81 minutos, o que nesse representa três dias de operação deste turno, levando-se em consideração que a carga de trabalho é de 480 minutos.

Para mensurar essa economia, utilizou-se como base o salário normativo determinado pela convenção coletiva do ano de 2012 do Sindimóveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves. Este no valor de R\$950,00 (novecentos e cinquenta reais), porém um funcionário não representa somente esse custo para a organização.

Bertó e Beulke (2006) definem que os encargos trabalhistas podem representar de 60% a 90% do valor bruto da remuneração, e neste caso foi utilizado um valor médio e adotou-se 75% da remuneração como encargos trabalhistas. Sendo assim, o custo mensal de um operador para a empresa é de R\$950,00 (novecentos e cinquenta reais) referente ao seu salário, mais R\$712,50 (setecentos e doze reais e cinquenta centavos) de encargos trabalhistas, totalizando R\$1662,50 (mil seiscentos e sessenta e dois reais e cinquenta centavos).

O custo diário de operação de um funcionário para a empresa é de R\$75,57 (setenta e cinco reais e cinquenta e sete centavos), e levando-se em consideração a redução de três dias úteis de operação do turno 3, tem-se uma economia de R\$226,71 (duzentos e vinte e seis reais e setenta e um centavos), referente à redução do tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500 no período estudado.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou o tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500, com o intuito de analisar se a sequência sugerida para a realização do *setup* é mais eficiente que as sequências adotadas pelos operadores, além de avaliar se a mesma traz ganhos financeiros para a empresa. Para alcançar os objetivos propostos, os *setups* realizados originalmente pelos operadores e os *setups* utilizando a sequência sugerida foram mensurados, para assim quantificar a redução gerada pela adoção da nova sequência sugerida. Além disso, foi realizada a análise estatística do tempo total de *setup* diário dos três turnos de produção a fim de diagnosticar se os mesmos são iguais entre si.

Ao analisar os resultados estatísticos ficou comprovado que o tempo de *setup* dos três turnos são estatisticamente diferentes entre si, assim, possibilitando afirmar que a mão de obra é um dos fatores que influenciam no tempo de *setup*. A partir disso, foi definida uma sequência para a realização do *setup* junto a atividades de *setup* externo com o intuito de reduzir o tempo dispendido com o mesmo.

Ao fim das comparações entre as sequências originais com a sequência sugerida foi possível comprovar a redução do tempo de *setup* da furadeira Weeke BST 500, utilizando-se de técnicas embasadas no JIT, TRF e Sistema Toyota de Produção. Os resultados demonstram que existem desperdícios de tempo e movimento ocorrendo durante o processo produtivo, e que há possibilidade de redução dos mesmos.

Com isso, foi possível concluir que a má realização do *setup* é a responsável por estes desperdícios, e a maior deficiência durante o *setup* é a falta de informação por parte do operador a respeito de técnicas que possam vir a ajuda-lo durante esta etapa, assim, fazendo com que o mesmo o realize de forma inadequada.

Ao reduzir os desperdícios é possível gerar um retorno financeiro de R\$226,71 (duzentos e vinte e seis reais e setenta e um centavos) a empresa, e é recomendado que o estudo se estenda a outras máquinas que compõem a linha de produção, assim possibilitando um retorno financeiro ainda maior. Outra recomendação é o investimento em treinamentos para os operadores, assim aperfeiçoando a mão de obra empregada nas operações realizadas no ambiental fabril.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO – ABIMÓVEL. **Panorama do setor moveleiro**. Disponível em: <<http://www.abimovel.org.br>> Acesso em: 15 mar. 2011.

BALESTRO, M. V. **Confiança em Rede: a experiência da rede de estofadores do Polo Moveleiro de Bento Gonçalves**. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

BERTÓ, D. J.; BEULKE R. **Gestão de Custos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BRIALES, J. A.; FERRAZ, F. T. Melhoria Contínua através do *kaizen*. **Revista Eletrônica de Economia**, Juiz de Fora, ano 4, p. 1-13, 2007.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDACKER, F.; OLIVEIRA, H. J. *Set-up*: ferramenta para produção enxuta. **Revista da FAE**, Curitiba, v.11, n.2, p.127-139, 2008.

LEÃO, M. S.; NAVEIRO, R. M. Indústria de móveis mostra a competitividade da madeira brasileira. **Remade**. 2010. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/br/noticia.php?num=7492&cat=M%D3VEIS&title=Ind%FAstria%20de%20m%F3veis%20mostra%20competitividade%20da%20madeira%20brasileira>>. Acesso em: 22 maio 2011.

MATTUELLA, V. **Utilização do sistema de informações na tomada de decisão estratégica em sistemas de produção flexível**. 2010. 90 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

POSSAMAI, A.; BOAS, A. A. V.; CONCEIÇÃO, R. D. P. Fatores Determinantes da Competitividade: Uma Análise do Polo Moveleiro de Bento Gonçalves. **Pereira Consultoria**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.pereira.adm.br/artigos/artigo06.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2011.

PRADO, L. L. **A questão socioambiental nas empresas moveleiras do polo de Votuporanga**. 2009. 175 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Centro Universitário de Araraquara, Araraquara, 2009.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO DE BENTO GONÇALVES – SINDMÓVEIS. **Convenção coletiva de trabalho 2012 - 2013**. Disponível em: <http://www.sindmoveis.com.br/port/downloads/convencao_coletiva_trabalho_2012_2013.docx.pdf> Acesso em: 02 out. 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1994.

X-FACTORY. Disponível em: <<http://www.exfactory.com/Detail.aspx?recnum=BF-010545&refcatid=BF>> Acesso em: 01 out. 2012.