

DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DO SETOR TÊXTIL DE UMA EMPRESA DE COLCHÕES ATRAVÉS DO ESTUDO DE TEMPOS

Henrique Rossi Massey

Olívia Toshie Oiko

Resumo

O estudo de tempos é uma ferramenta muito útil utilizada pelas empresas. Esta ferramenta proporciona conhecer melhor uma linha de produção revelando todo o potencial e alguns dos problemas ocultos escondidos nela. O presente trabalho apresenta o estudo de tempos de um subsetor do setor têxtil de uma empresa de colchões, demonstrando técnicas e metodologias de medição de tempos e cálculo da capacidade produtiva de uma linha de produção. Com os dados obtidos através da medição de tempos, foi possível elaborar uma planilha de planejamento de produção capaz de informar o percentual de disponibilidade do indicador OEE de cada máquina do subsetor. Utilizando programações de produção reais disponibilizadas pela empresa e a planilha confeccionada, foi possível identificar problemas de baixa produtividade ocorrendo no setor, e através de observações no setor foi possível levantar possíveis hipóteses das causas da baixa produtividade no setor.

Palavras-chave: *OEE, Estudo de Tempos, Cronoanálise, Balanceamento de Produção.*

1. Introdução

Este trabalho foi realizado em uma fábrica de colchões iniciando o uso do indicador **OEE** (*Overall Equipment Effectiveness* - Eficiência Global do Equipamento) em seus processos de produção. O **OEE** é um indicador utilizado para medir a eficiência global de uma determinada máquina ou unidade produtiva. É formado pelo produto de três fatores independentes: disponibilidade, desempenho e qualidade (FULLMANN, 2009). Segundo este mesmo autor, como o OEE não é ainda observado em muitas empresas, estas desconhecem a “fábrica oculta” que possuem, ou seja, atividades que consomem recursos e reduzem o potencial de produção de uma empresa, como o retrabalho e o reprocesso, cujos efeitos, muitas vezes, passam despercebidos.

O fator de “desempenho” do OEE indica se a máquina está operando na velocidade máxima ou não, se está havendo interrupções ou se está ociosa. Para mensura-lo é necessário saber a capacidade produtiva, que era desconhecida na empresa.

Para isso foi necessário realizar o dimensionamento dos tempos dos ciclos de todos seus processos de produção através da cronoanálise e do estudo de tempos, e com os tempos obtidos,

dimensionar a capacidade produtiva de cada setor e com isso prover melhorias nos setores a fim de obter o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na empresa para alcançar os melhores resultados.

Uma das peças chaves para se dimensionar o fator de desempenho citado, é o conhecimento do tempo de ciclo do processo de produção, para que se consiga dimensionar a capacidade produtiva dos processos produtivos.

Conforme citado por Fullmann (2009) o estudo de tempos é uma técnica que permite fixar de maneira mais precisa possível, partindo de um número limitado de observações, o tempo necessário à execução de uma dada tarefa, segundo normas de rendimento bem definidas, e para realizar estas medições, pode ser usado um cronômetro, câmera cinematográfica, cronógrafo, etc.

Após o cálculo do indicador OEE é possível tomar decisões para melhorar o processo e consequentemente melhorar o valor do OEE. Melhorar o OEE não significa substituir equipamentos obsoletos por outros mais modernos. Na verdade, pode-se até dobrar sua capacidade produtiva sem grandes investimentos, quando se enxergam as razões técnicas das perdas ou das ineficiências existentes, conseguindo eliminá-las (FULLMANN, 2009).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo realizar o estudo de tempos e métodos no subsetor Reta do setor têxtil da empresa estudada, com o intuito de definir o tempo-padrão dos processos, calcular a capacidade produtiva do subsetor, comparar os quadros de produção atual com o dimensionado no projeto e gerar dados para que a empresa possa utilizar o indicador OEE.

2. Estudo de Tempos

Segundo Fullmann (2009) só se pode melhorar aquilo que é medido; para confrontar qualquer melhoria é preciso saber quanto tempo se consumia antes e quanto tempo se gastará depois. “Mais Resultados com Menos Esforços/Custos” pressupõe sempre mensurar o que é mais e o que é menos. Quando se fala em tempos e movimentos, o correto seria usar Métodos e Tempos. Preservadas as condições de segurança e qualidade, o melhor método será sempre aquele que realiza o trabalho em menor tempo.

Com o propósito de garantir um fluxo de valor, busca-se registrar, analisar e examinar cada atividade do processo, de maneira sistemática, com diagramas e mapeamento, com vistas à sincronização dos fluxos de produtos e informações nas situações atuais e futuras, com gerenciamentos eficazes.

Segundo Oliveira (2009), o estudo de tempo seria uma mensuração do trabalho utilizando a estatística como ferramenta para se alcançar os valores exatos de tempo de execução das tarefas. Sendo assim, tem a finalidade de propor métodos para aperfeiçoar a realização das tarefas, buscar a padronização necessária para o balanceamento do processo produtivo e determinar a capacidade produtiva da empresa.

O método de cronometragem tem como finalidade estabelecer tempo padrão por operação. Desta forma os dados gerados pela cronometragem, permitem que as empresas consigam definir padrões para programas de produção, custos de um novo produto, custos padrões, e o balanceamento da produção (MARTINS; LAUGENI, 2005)

Segundo Moreira (1993) e Martins e Laugeni (2005), para que se possa definir o tempo padrão de uma operação são necessárias algumas etapas, tais como: Listagem das microoperações da peça, Cronometragem preliminar; Determinação da quantidade de ciclos a serem cronometrados, Avaliação de ritmo; Determinação das tolerâncias e por fim, a Determinação do tempo padrão.

Como mencionado por Barnes (2008) o tempo padrão pode ser útil para ser utilizado para determinar a eficiência de máquinas, a quantidade de máquinas que uma pessoa pode operar, o número de homens necessários ao funcionamento de um grupo, e como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem e de trabalho controlado por transportadores.

Conforme Martins e Laugeni (2005), os tempos de produção sofrem pouca variação quando a linha de produção é automatizada e quanto maior intervenção humana na produção, maior será a variação dos tempos, logo, será mais difícil de medir corretamente os tempos, pois cada operador possui habilidades, força e vontades diferentes.

2.1 Materiais necessários para o estudo de tempos

Conforme Fullmann (2009), os materiais necessários para realizar a cronoanálise são:

- a) Cronômetro (analógico ou digital).
- b) Prancheta de cronometragem
- c) Folha de levantamento de tempos
- d) Lápis, borracha e calculadora
- e) Câmera Fotográfica ou Filmadora

Segundo Fullmann (2009), toda cronometragem deve ser precedida de uma coleta de informações relativas à atividade a cronometrar, a fim de conhecer, em detalhes, o objetivo da atividade, as modificações implantadas e os tempos de levantamentos anteriores. Tornando-se interessante consultar a seguinte documentação:

- Desenhos da peça fabricada ou das peças montadas
- Fichas de instruções e de especificações do posto de trabalho
- Folhas de levantamento de tempos anteriores
- Estudo e cálculo prévio de custo
- Folhas de cronometragem de fabricações similares
- Layout detalhado da área onde ocorrerá a cronometragem

2.2 Método

De acordo com Martins e Laugeni (2005), apesar de haver uma fórmula para se determinar a quantidade de cronometragens para determinar o tempo padrão de uma peça ou operação, pode-se realizar de 10 a 20 cronometragens.

Peinado e Graeml (2007) citam que a operação total cujo tempo padrão deseja determinar, deve ser dividida em partes para que o método de trabalho possa ter uma medida precisa, tomando cuidado para não dividir a operação em muitos ou poucos elementos. Algumas regras gerais para este desdobramento são:

- a) Separar o trabalho em partes, de maneira que sejam mais curtas possíveis, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro;
- b) As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado;
- c) Definir atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento separadamente.

De acordo com Barnes (2008), após determinar o número de ciclos a ser cronometrado, deve se avaliar o ritmo do operador durante a execução do estudo, conhecido como Fator de Ritmo (FR), que é a fase mais importante e mais difícil do estudo de tempo. Nesta etapa o analista de estudos de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Posteriormente, este fator de ritmo será aplicado ao tempo selecionado a fim de obter-se o Tempo Normal (TN) utilizando a Equação 1.

$$\begin{aligned} \text{Equação 1: Tempo Normal} \\ \text{TN} = \text{TC} \times \text{FR} \end{aligned} \quad (1)$$

Onde:

TN = Tempo Normal;

TC = Tempo Cronometrado;

FR = Fator de Ritmo.

Segundo Slack et al. (2002), a avaliação do ritmo dos tempos observados é o processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão. O observador pode levar em consideração, separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência etc.

Com o tempo normal determinado, que é o tempo cronometrado ajustado a uma velocidade ou ritmo normal, será preciso levar em consideração que não é possível um operário trabalhar o dia inteiro, sem nenhuma interrupção, tanto por necessidades pessoais, como por motivos alheios à sua vontade. O tempo padrão é calculado multiplicando-se o tempo normal por um fator de tolerância para compensar o período que o trabalhador, efetivamente, não trabalha utilizando-se a Equação 2.

Equação 2: Tempo Padrão

$$TP = TN \times FT \quad (2)$$

Onde:

TP = Tempo Padrão;

TN = Tempo Normal;

FT = Fator de Tolerância

Para Barnes (2015), o tempo normal para uma operação não contém tolerância alguma. É simplesmente o tempo necessário para que um operador qualificado execute a operação trabalhando em ritmo normal. Entretanto não é de se esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem algumas interrupções; o operador pode dispende o seu tempo em necessidades pessoais, descansando ou por motivos fora de seu controle. As tolerâncias para essa interrupção da produção podem ser classificadas em (1) tolerância pessoal, (2) tolerância para a fadiga, ou (3) tolerância de espera.

O tempo-padrão deve conter a duração de todos os elementos da operação, além disso, deve incluir o tempo para todas as tolerâncias necessárias. O tempo-padrão é igual ao tempo normal mais as tolerâncias. Tolerância não é uma parte do fator de ritmo, e resultados mais satisfatórios serão obtidos se ela for aplicada separadamente.

Tolerância Pessoal: Todo o operário deve ter tempo reservado para suas necessidades pessoais. Para trabalhos leves onde o operador trabalha 8 h por dia sem períodos de descanso

pré-estabelecidos, o trabalhador médio usará para o tempo pessoal de 2 a 5% (10 a 24 min) por dia. Para o trabalho pesado, executado em condições desfavoráveis, particularmente em atmosfera quente e úmida, deve-se considerar mais que 5% às tolerâncias pessoais.

Tolerância para fadiga: na concepção de Barnes (2015), ainda não há uma forma satisfatória de se medir a fadiga, porém devem ser levadas em consideração no dimensionamento da tolerância, visto que ainda existem certos tipos de trabalho que envolvem esforço físico pesado, sendo executados em condições adversas de calor, umidade, poeira e perigo de acidente, requerendo, desta forma, descanso para o operador.

Uma das melhores soluções citadas por Barnes (2015), seriam realizar períodos de descanso organizados, durante os quais não se permite que os operários trabalhem, sendo o plano mais comum, o que fornece um período de descanso durante o meio da manhã e um durante o meio da tarde, com uma duração, ordinariamente, entre 5 a 15 min cada um.

Tolerância para espera: as esperas podem ser evitáveis ou inevitáveis. As esperas feitas intencionalmente pelo operador não devem ser consideradas na determinação do tempo-padrão. Na realidade, ocorrem esperas inevitáveis causadas pela máquina, pelo operador ou por alguma força externa.

São incluídos no padrão, casos em que há necessidade de ajustamentos ligeiros, quebra de ferramentas como brocas e tarraxas, tempo perdido devido à variação ocasional no material e interrupções pelos supervisores.

Cada espera inevitável deve se construir em um desafio para o analista e para o mês, devendo ser feito todo o esforço possível a fim de eliminá-las. O tipo e a frequências da ocorrência de esperas para uma dada classe de trabalho pode ser determinada através de estudos contínuos ou de amostragens do trabalho feitas durante período de tempo suficientemente extenso para fornecer dados de confiança.

2.3 Tempo de Ciclo

Tempo de ciclo é o tempo em que a linha irá fornecer um produto acabado, ou seja, a cada “x” tempo terá um produto acabado no final da linha de montagem. “É o tempo máximo permitido para cada estação de trabalho antes que a tarefa seja passada para a estação seguinte” (PEINADO & GRAEMI, 2007, p. 206).

Conforme Cantidio (2009), caso os tempos de operação das máquinas ou postos de trabalho forem diferentes, o tempo de ciclo não é a somatória dos tempos de forma individual,

mas sim, o tempo de ciclo será o tempo de execução da operação na máquina ou posto de trabalho mais lento (em que o tempo de ciclo é maior).

2.4 Tempo Acíclico

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a fabricação de uma peça geralmente depende da execução de uma sequência de operações. Nesse caso o procedimento seguido é:

- a) Determinar o tempo padrão de cada operação em que a peça é processada;
- b) Somar todos os tempos padrões.

Deve-se ainda verificar a ocorrência de atividades de *setup* e de finalização. Entendem-se por *setup*, ou preparação, o trabalho feito para se colocar o equipamento em condição de produzir uma nova peça com qualidade em produção normal. O tempo de *setup* é o tempo gasto na nova preparação do equipamento até o instante em que a produção é liberada. Inclui-se nesse tempo o que se costuma chamar de *try-out*, que é a produção das primeiras peças para verificar se o equipamento pode ser liberado para a produção normal. O *setup* costuma ser visto como uma atividade acíclica dentro do processo de produção, porque ocorre cada vez que é produzido um lote de peças e não somente uma peça.

Por exemplo, em um processo de “embrulhar um objeto com papel de presente”, as atividades relativas ao *setup* poderiam ser:

- a) Pegar o rolo de papel de presente;
- b) Posicionar o rolo na mesa.

Essas atividades ocorreriam a cada lote de produtos a serem embrulhados e não são feitas sempre que a peça é fabricada, sendo chamadas de atividades acíclicas. Caso o rolo de papel terminasse, teríamos outro *setup*, e assim sucessivamente até finalizar o lote de produtos a serem embrulhados.

A finalização é constituída por atividades acíclicas que ocorrem quando se produz um determinado número de peças. No processo anterior, se cada 12 objetos embrulhados fossem colocados em uma caixa de papelão que devesse ser fechada e colocada ao lado da mesa, a finalização consistiria nas seguintes atividades: (i) fechar a caixa e (ii) colocar a caixa ao lado da mesa.

Essas atividades ocorreriam a cada 12 produtos processados. O tempo padrão necessário para o produto é:

Equação 3: Tempo padrão do produto

$$\text{Tempo padrão do produto} = (TS/q) + (\sum TP_i) + TF/1 \quad (3)$$

Em que:

TS = tempo padrão de *setup*

q = quantidade de peças para as quais o *setup* é suficiente

TP_i = tempo padrão da operação i

TF = tempo padrão das atividades de finalização

l = lote de peças para que ocorra a finalização

Os tempos de *setup* ou de finalização de uma operação devem ser separados do tempo de operação propriamente dito e devem ser objeto de cronometragens distintas.

2.5 *Takt Time*

Fullmann (2009) refere-se a o *takt time* como o conceito que conecta a produção ao cliente, ou a frequência com que o cliente requer um item acabado. Esse número pode ser obtido da seguinte maneira:

$$\text{Equação 4: } \textit{Takt Time} \\ \textit{Takt time} = \text{tempo de trabalho disponível} / \text{demanda} \quad (4)$$

O autor aponta três maneiras para controlar o *Takt Time* através dos seguintes ajustes:

- a) Ajuste do tempo de produção disponível (quantidade ou duração dos turnos);
- b) Ajuste do número de produtos acabados produzidos em uma célula; e
- c) Ajuste do número de células fabricando determinado produto.

Alvarez et. al (2001) define o conceito como o ritmo de produção necessário para atender a demanda, ou seja, pode ser considerado o tempo que determina o fluxo de materiais em uma linha ou célula de produção. Os autores ainda lembram que o conceito de *takt time* só pode ser amplamente compreendido quando contrastado com o tempo de ciclo. Para tornar mais fácil a compreensão, toma-se um determinado produto que possua um tempo disponível diário de 600 minutos (tempo disponível = tempo total – paradas programadas) para produzir-se 150 unidades diárias. Como enunciado anteriormente, o *takt time* será o tempo obtido do tempo disponível (600 minutos) dividido pela demanda (150 unidades). O que corresponde a 4 minutos para cada unidade produzida, isto é, a cada 4 minutos deve haver um produto acabado ao final do processo.

2.6 Lead Time

Lima et. al (2003) definem lead time como o tempo demandado desde a entrada da matéria-prima até a saída do produto final.

Segundo George (2004, p. 35), *Lead Time* “é o tempo que você leva para entregar seu serviço ou produto uma vez disparado o pedido”. Corrêa e Giansesi (1993, p.110) definem que:

O lead time, ou tempo de ressurgimento de um item, é o tempo necessário para seu ressurgimento. Se um item é comprado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até o recebimento do material comprado. Se trata-se de um item fabricado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item fabricado esteja pronto e disponível para uso.

2.7 Gargalo

Conforme Pessoa e Cabral (2005), o gargalo é a obstrução no sistema produtivo que delimita e comanda o seu desempenho e seu volume para obter uma rentabilidade maior. O gargalo é a etapa que impossibilita a organização em atender efetivamente a demanda de seus equipamentos. Em contrapartida, é essencial que tenha o cuidado para que não ocorra um elevado número de etapas não-gargalos, isto porque os mesmos acarretam em investimentos ociosos, influenciando em um desempenho negativo para a organização. Completar a capacidade de produção da operação gargalo acarreta em decisões estratégicas possibilitando um ganho elevado sobre o investimento.

2.8 Balanceamento de processos

De acordo com Fullmann (2009) o fluxo da produção deve estar equilibrado com a demanda de mercado, avaliando os eventos dependentes, ou seja, quando o resultado de um recurso depende do resultado do antecessor, e sem desprezar as flutuações estatísticas.

Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, cada qual com função bem definida e voltada à fabricação ou montagem de um produto. Nas etapas de fabricação de um produto, cada posto ou estação de trabalho gasta determinado tempo para executar a tarefa que lhe cabe.

Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário da execução do produto

Mesmo que seja ignorada, a restrição (gargalo) sempre existirá. A capacidade efetiva da fábrica é determinada pela sua restrição. É um grande equívoco conceitual procurar eliminá-la; ela deve ser gerenciada. Ignorá-la é proporcionar um cenário caótico originado na fábrica e propagado para toda a organização.

Um minuto perdido na restrição é um minuto perdido em todo o sistema; uma hora ganha em uma não restrição é miragem, indiferente para o sistema.

Rocha (2005) diz que administradores de produção se desdobram em cálculos para achar uma forma de proporcionar o fluxo constante de um processo através da quantidade de postos especificar a relação sequencial entre as de trabalho e, ao mesmo tempo, reduzindo ociosidades na linha.

Para Davis, Aquilano e Chase (2001), existem seis etapas de balanceamento de linhas de produção para que ela seja implantada com sucesso:

- a) Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
- b) Determinar o tempo de ciclo necessário;
- c) Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- d) Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- e) Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo;
- f) Avaliar a eficiência da linha.

2.9 OEE

A utilização do OEE permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade (SANTOS, 2007).

A medição de desempenho tradicional é baseada em indicadores que representam a utilização eficiente de recursos, como o OEE (Eficiência Global do Equipamento) e o TEEP (Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos). Bons índices nestes indicadores são constantemente perseguidos (SOUZA; PIRES, 1999).

Segundo Sheu (2006), o OEE tem sido considerado um indicador definitivo para medida de desempenho de equipamentos. Este indicador é amplamente conhecido e utilizado.

A medição da eficácia global dos equipamentos pode ser aplicada de diferentes formas e objetivos. Segundo Jonsson e Lesshammar (1999), o OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias bem como pode ser utilizado como *benchmark*, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linhas de produção ao longo do tempo.

De acordo com Nakajima (1989), o OEE é uma medição que procura revelar os custos escondidos na empresa. Ljungberg (1998) afirma que, antes do advento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no superdimensionamento de capacidade.

Fullmann (2009) define cada um dos três fatores das seguintes formas:

Disponibilidade de seu uso, mantendo o equipamento em operação pelo maior tempo possível, para que não haja desperdício de suas funções, principalmente se ele for um recurso com restrição de capacidade, por implicar os ganhos da empresa.

- Este índice responde à seguinte questão: “A máquina está funcionando? ”. Sempre que estiver parada, existe uma razão, programada ou não, que deve ser avaliada, seja por problemas de gestão ou imprevistos.
- Impactam a disponibilidade: manutenção programada ou preventiva, quebras e falhas, *setup* e ajustes, troca de ferramentas, partidas e desligamentos, refeições, esperas por falta de programação, materiais, ferramental, operador ou energia elétrica e paradas administrativas (treinamentos e reuniões).

Equação 5: Cálculo de Disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Quantidade de horas realmente trabalhada no dia}}{\text{Quantidade de horas de trabalho no dia}} \quad (5)$$

Desempenho, depende da velocidade de produção, extraíndo o maior desempenho técnico do equipamento, conforme suas especificações.

- Este índice responde à seguinte questão: “A máquina está rodando na velocidade máxima? ”
- Impactam o desempenho: pequenas interrupções e ociosidade e baixa velocidade ou taxa de produção.

Equação 6: Cálculo de Desempenho

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Quantidade de peças que a máquina realmente produziu no dia}}{\text{Quantidade de peças que a máquina deveria produzir no dia}} \quad (6)$$

Qualidade, que busca a excelência com perda zero.

- Este índice responde a seguinte questão: “A máquina está produzindo com as especificações certas?”
- Impactam a qualidade: refugos e retrabalhos, que geram custos desnecessários e não adicionam valor. *Quantidade de peças produzidas no dia*

Equação 7: Cálculo de Qualidade

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de peças produzidas no dia com qualidade}}{\text{Quantidade de peças produzidas no dia}} \quad (7)$$

3. Método

O trabalho se caracteriza como estudo de caso e foi dividido nas seguintes etapas:

- Revisão dos conceitos em que o presente trabalho se enquadra, como estudos de tempos, dimensionamento de capacidade produtiva e balanceamento de linha de produção;
- Compreender o fluxo dos processos de produção dos produtos produzidos no setor;
 - Levantamento dos modelos de produtos produzidos no setor;
 - Observação e estudo dos processos de produção do setor;
- Realizar a cronoanálise dos processos de produção no subsetor “Reta” do setor Têxtil da empresa;
 - Identificar os processos críticos;
 - Dimensionamento da capacidade produtiva de cada processo estudado;
 - Estudo dos tempos das linhas de produção;
 - Confeccionar uma Tabela de Planejamento de produção diário tomando base os tempos tomados;
- Levantar hipóteses de possíveis causas raízes de problemas no setor;

4. Desenvolvimento

4.1 Apresentação

A empresa estudada apresenta sete setores produtivos, entre eles os setores de:

- Espumação, onde são produzidas as espumas dos colchões;
- Laminação, onde as espumas são cortadas em lâminas;
- Têxtil, onde são produzidos os tecidos que revestem os colchões.
- Vibro, onde são testados os vibradores presentes nos colchões;
- Montagem, onde todos os componentes semielaborados são unidos para ser

criado um colchão;

- Embalagem, onde ocorre a etapa final de produção do colchão o embalando.
- Travesseiro, onde são produzidos os travesseiros.

O presente trabalho se limitou ao estudo do setor têxtil da empresa. Este setor é dividido em três subsetores, que são:

- Subsetor das bordadeiras, onde se inicia a produção dos tecidos de revestimento.

Neste setor o tecido liso que é matéria prima para todos os produtos produzidos no setor é bordado e cortado em rolos de faixas ou em tampos/fundos de colchões;

- Subsetor de Corte, onde os tecidos lisos bordados também são transformados em tampos e fundos, porém por um processo manual;

• Subsetor Reta, onde, a partir dos rolos de faixas bordados produzidos no setor das bordadeiras, são produzidas as faixas laterais e as gravatas dos colchões.

Neste último setor são produzidos três tipos principais de componentes, entre eles, tampos/fundos, faixas laterais e gravatas. Estes componentes apresentam variações de acordo com o modelo e o tamanho do colchão, fazendo com que de acordo com o modelo do colchão o mesmo componente passe por processos diferentes uns dos outros.

4.2 Preparando Cronoanálise

Para iniciar a cronoanálise no setor, primeiramente foi feito o levantamento de todos os produtos que são produzidos no setor e suas variações, também foi mapeado cada um dos processos que cada um desses produtos passa através de uma matriz de correlações para facilitar a organização e o entendimento na tomada de tempos.

A matriz de correlações de processos e produtos foi confeccionada na ordem em que os processos ocorrem e está demonstrada na Figura 1. A matriz demonstrando todos os tipos de produtos e variações produzidos no subsetor pode ser visualizada na Figura 2:

Figura 1: Família de Produtos

Famílias de Produtos												
Máquinas Famílias	Bordadeira	Máquina de Cortar rolos de Faixas	Grassi Completa	Overlock	Rebobinar	Pillow Estético	Máquina de Corte	Máquina de Cortar TNT	Bordadeira de letra	Máquina Reta 1	Máquina de Ilhós	Máquina Reta 2
Faixa Mod.A	X	X		X	X		X		X	X	X	
Faixa Mod.B	X	X		X	X		X		X	X	X	
Faixa Mod.C	X	X		X	X		X		X	X	X	
Faixa Mod.D	X	X				X	X			X		
Faixa Mod.E	X	X				X	X			X	X	
Faixa Mod.F	X	X	X								X	
Faixa Mod.G	X	X	X									
Faixa Mod.H	X	X				X	X			X	X	
Faixa Mod.I	X	X	X								X	
Gravatas				X				X				X

Figura 2: Tipos de produtos por modelo de colchão

Tipos de Produtos por modelo de colchão									
Itens Existentes p/ modelo	Mod.A	Mod.B	Mod.C	Mod.D	Mod.E	Mod.F	Mod.G	Mod.H	Mod.I
Colchão	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Box	X	X	X	X	X		X	X	
Pillow	X		X						
Gravata	X	X	X						
Colchonete				X	X				
Tamanhos	78; 88; 128; 138; 158; 193								

O próximo passo foi fazer o levantamento de dados mais específico de cada processo, coletando informações de quantos produtos de cada modelo e tamanho são produzidos a cada ciclo de produção dos processos, quantos operadores que operam no processo ao mesmo tempo, estudar e entender o funcionamento de cada processo a fim de identificar se os tempos cronometrados no processo variarão em relação ao modelo do produto e/ou ao tamanho deles para que seja possível reduzir a necessidade de tempos que serão tomados facilitando o projeto.

No caso foi identificado que a variação dos tempos coletados em cada processo se daria em relação ao tamanho dos produtos, e não ao modelo. O modelo tem influência em quais processos cada produto passa, assim influenciando no tempo de confecção final total de cada produto por conter quantidades diferentes de processos, porém nos processos compartilhados

por diferentes modelos, os produtos são trabalhados da mesma forma, podendo assim concluir que o modelo não influencia no tempo de ciclo dos processos.

Identificadas as peculiaridades de cada processo, foi confeccionada uma tabela de coleta de tempos para cada um deles, foram adquiridos uma prancheta, um cronômetro hexadecimal calibrado para realizar a cronoanálise e um câmera filmadora para auxiliar no trabalho e também para realizar algumas cronoanálises. A Figura 3 ilustra o formulário utilizado para registro dos dados cronometrados.

Figura 3: Formulário de coleta de dados

Tabela de Coleta de Tempos													
Produto									Máquina				
Processo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Nº de Operadores	Unidades p/ ciclo	
Setups													
Observações													

4.3 Tomada de Tempos

Com todos os dados e materiais necessários preparados para inicializar a coleta de tempos, foi iniciada a cronoanálise no subsetor "Reta" do setor têxtil.

Antes de inicializar a tomada de tempos em qualquer um dos processos, foi explicado aos operadores do setor o que seria feito e como que funciona o trabalho, para que entendam que o que seria avaliado era apenas o processo e não o operador e assim trabalhem de forma natural, pois quando se está fazendo um trabalho desse tipo é inevitável uma variação no ritmo de trabalho do operador, podendo tanto aumentar ou diminuir, por isso quanto melhor o entendimento do trabalho de cronoanálise e a afinidade criada com o operador, o resultado final fica mais próximo da realidade.

Também foram explicadas algumas regras necessárias para a realização do trabalho, como a necessidade de não haver interferências externas através de conversas com terceiros ou outros fatores enquanto estivesse realizando os procedimentos.

Com todos envolvidos no projeto compreendendo o funcionamento dele, foi observado várias vezes o ciclo total de produção de cada um dos processos para conseguir dividi-los em partes menores e então definir os parâmetros de início e o fim de cada uma dessas partes.

É necessário fazer essas divisões nos processos para se obter um melhor controle da cronoanálise, evitando assim que interferências externas ao processo atrapalhem o trabalho. Essas divisões também são úteis para um estudo do processo identificando pontos de possíveis melhorias neles, também, deve-se tomar cuidado para não dividi-lo em muitas partes, pois divisões em excesso podem acabar atrapalhando mais do que ajudando no trabalho.

Após definido os parâmetros de divisão dos processos, cada uma das partes definidas foi nomeada e anotada na tabela de coleta de tempos. Dessa forma, as observações foram realizadas em um local estratégico que fosse possível observar o processo todo e que também não interferisse no espaço pessoal do operador, e em seguida a coleta de tempos foi inicializada.

Foi coletado e anotado na tabela dez repetições de tempo de cada uma das partes dos processos para cada uma das seis variações de tamanho de produto, exceto em processos que nem a variação de tamanho do produto interferiria na coleta de tempo. Nesses casos foram coletadas dez repetições de todas as partes do processo.

Foi coletado 5 tempos de *setups* por processo independentemente do tamanho dos produtos, pelo motivo dos *setups* não diferirem em relação ao tamanho.

Apesar de ter sido alertado aos operadores da importância de não haver interferências externas aos processos, ainda houve, e nesses casos o tempo coletado foi descartado.

Outro tempo que foi descartado foi o tempo ocorrido mediante retrabalhos no processo, pois se o tempo de retrabalho é considerado no tempo do ciclo, mesmo que seja feito uma pesquisa a fundo para dimensionar a frequência que ele ocorre e assim ser possível atribuir esse tempo ao tempo de produção do produto, quando é feito isso, esse retrabalho existente no processo fica mascarado nos dados finais, e a ideia não é mascara-lo, mas sim elimina-lo.

Assim que todos os tempos necessários foram coletados, foi realizada uma conferência nos tempos, fazendo a cronometragem (três à cinco vezes) do ciclo total do processo sem dividi-lo em partes, mas sim com o cronômetro contínuo o tempo todo corrido e sem interferências.

A ideia aqui é verificar se o tempo total do processo com o cronômetro com o tempo corrido, estava se igualando ao tempo da soma de todas as partes cronometradas de cada processo. Caso os tempos ficassem muito distintos é porque faltou alguma parte a ser cronometrada ou os tempos foram somados errados.

Com o consentimento dos operadores, também foi feita uma filmagem de um ciclo de cada processo para futuras dúvidas que possam surgir durante o projeto.

Um exemplo de um formulário de coleta de tempos preenchida pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Formulário de coleta de tempos preenchida

Tabela de Coleta de Tempos												
Produto	Faixa Colchão Mod.G - 88									Máquina	Grassi Completa	
Processo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Nº de Operadores	Unidade s p/ ciclo
Cortar Faixa	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	1	8
Fechar Pontas	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08		
Caseadeira	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14		
Guardar Faixa	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05		
Setups												
Trocar bobina de faixa	00:00:28	00:00:25	00:00:30	00:00:28	00:00:26						1	8
Observações												
Operadores em um ritmo normal												

No exemplo ilustrado na Figura 4, praticamente não houve variação entre os tempos coletados, já que os processos são bastante automatizados e as variações foram de centésimos de segundos. Em outros processos menos automatizadas, pode-se notar uma maior variação entre os tempos de ciclos coletados.

4.4 Cronoanálise com Câmera Filmadora

Outro método seguido para realizar a cronoanálise, foi realizar a cronoanálise utilizando uma câmera filmadora na coleta dos tempos. Nesse método, os cuidados iniciais são os mesmos ao método utilizando o cronômetro.

Para se iniciar a coleta de tempos com a câmera, foi encontrado um local com um ângulo que fosse possível ter a visualização do processo todo, quando não houve um local com essas condições, o processo foi filmado com a câmera em mãos.

Foram filmados dez ciclos de processo de cada produto, que após filmados, os vídeos foram extraídos para um computador para serem analisados.

No computador o vídeo foi executado no software Media Player Classic Home Cinema que permite o aumento da velocidade de reprodução do vídeo em até 4 vezes, assim acelerando a velocidade de coleta de tempos dos processos que eram muito demorados.

Analisando o vídeo, como no método do cronômetro, os processos também foram divididos em partes. Como nesse método se obtém um melhor controle do tempo de execução

do processo pelo fato de ser possível voltar ou avançar no tempo do vídeo, obtendo-se uma maior precisão nos tempos tomados.

Para coletar o tempo pelo vídeo, foi confeccionada uma nova tabela de coleta de tempos, observada na Figura 5.

Figura 5: Tabela de Coleta tem tempo em vídeos

Tempos	Produto: Mod.F				Máquina: Grassi Completa							
	Processo 1				Processo 2				Processo 3			
	Início	Fim	Duração	Desconto	Início	Fim	Duração	Desconto	Início	Fim	Duração	Desconto
T1	00:00:00	00:01:13	00:00:58	00:00:15								
T2												
T3												
T4												
T5												
T6												
T7												
T8												
T9												
T10												

Nessa Tabela, os nomes das etapas dos processos definidas são colocados no campo em cinza, no campo “início” é colocado o tempo do vídeo em que o processo se inicializa, no campo “fim” é colocado o tempo do vídeo que se finaliza o processo.

No campo “duração” é feita a subtração do fim pelo início do processo no vídeo, resultando o tempo de duração do processo. No campo “desconto” é colocado o tempo de vídeo resultado de interferências externas, sendo subtraído do tempo da coluna de duração.

Após calculado todos os tempos dos processos do vídeo, os dados são trabalhados da mesma maneira que o método utilizando o cronômetro.

Há várias vantagens na utilização desse método, como, coletar o tempo de mais de um processo ao mesmo tempo, aumento da precisão na coleta de tempos, tempos coletados com interferências externas podem ser trabalhados para serem utilizados, produtos que são feitos poucas vezes podem ter todos os seus tempos coletados, facilidade na coleta de tempos de *setups*.

4.5 Análise dos dados coletados

Assim que todos os dados necessários para o projeto foram coletados no setor, eles foram passados para a planilha de coleta de tempos em um computador para ser possível trabalhar com eles, essa nova planilha confeccionada possui mais campos como pode ser observada na Figura 6 e Figura 7:

Figura 6: Tabela de Coleta de Tempos Digitalizada (1)

Tabela de Coleta de Tempos												
Produto	Faixa Colchão Mod.G - 88											
Processo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Média	Unidade s p/ ciclo
Cortar Faixa	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	00:00:26	8
Fechar Pontas	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	00:00:08	
Caseadeira	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	00:00:14	
Guardar Faixa	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	
Setups												
Trocar bobina de faixa	00:00:28	00:00:25	00:00:30	00:00:28	00:00:26						00:00:27	8

Figura 7: Tabela de Coleta de Tempos Digitalizada (2)

Produto	Máquina Grassi Completa							
Processo	Tempo p/ Ciclo	Fator de Ritmo	Tempo Normal	Fator de Tolerância	Tempo Padrão	Tempo Por unidade	Horas Disponíveis	Capacidade diária (uni)
Cortar Faixa	00:04:22	100%	00:04:22	11%	00:04:51	00:00:36	08:03:00	795
Fechar Pontas								
Caseadeira								
Guardar Faixa								
Setups								
Trocar bobina de faixa								

No campo “tempo do ciclo”, a média dos tempos de todas as partes dos processos que foram cronometradas foram somadas conforme ocorre em cada processo, incluindo os tempos dos *setups*, formando assim um único tempo.

Para realizar a soma dessas partes foi tomado cuidado, pois em cada processo a forma de realizar a soma dos tempos dessas partes pode ser diferente, tendo que o valor dessa soma ficar semelhante ao tempo de ciclo cronometrado com o cronômetro corrido que fora cronometrado anteriormente. No exemplo da figura 4, a fórmula do cálculo fica conforme a Equação 8.

Nessa fórmula da Equação 8, o “TC” significa o tempo de um ciclo completo da produção de 8 faixas, pois esse é o tamanho do lote mínimo produzido em um ciclo nesse processo. Desse modo multiplica-se por 8 na fórmula. Para se chegar nessa fórmula, foi estudado o processo, observando as etapas que ocorriam simultaneamente, e quais delas eram as mais demoradas. No caso, a etapa nomeada com “P1” na equação, era a mais demorada, e ela ocorria simultaneamente às “P2”, “P3”, “P4”.

Equação 8: Soma do Tempo de Ciclo – Grassi Completa

$$TC = 8 * P1 + P2 + P3 + P4 + S1 \quad (8)$$

TC = Tempo de Ciclo

P1 = Cortar Faixa

P2 = Fechar Pontas

P3 = Caseadeira

P4 = Guardar Faixa

S1 = Trocar Bobina de Faixa

Nesse caso da Figura 4, o *setup* presente no processo se repete a cada ciclo, nos processos cronometrados em que os *setups* não se repetiam tão certamente ao tempo de ciclo, o tempo de *setup* adicionado ao tempo de ciclo foi dimensionado unitariamente.

Como exemplo, caso o tempo de *setup* demorasse 60 segundos, e tivesse que ser feito a cada 16 produtos produzidos, e a cada ciclo do processo produzisse 8 produtos, o tempo de *setup* somado a cada tempo de ciclo seriam 30 segundos.

O fator de ritmo foi avaliado como 100% em todos os processos, isso pelo fato dos operadores terem sido bem instruídos no começo da cronoanálise, e durante o trabalho aparentaram trabalhar em um ritmo normal sem alteração perceptível em suas velocidades de produção.

O fator de tolerância foi definido como 11% para todos os processos, pois todos eles apresentavam características operacionais muito semelhantes e também estavam situados no mesmo ambiente.

O tempo por unidade foi dimensionado dividindo o tempo de ciclo pela quantidade de produtos produzidos no ciclo do processo. A capacidade diária do processo de cada produto, foi dimensionada dividindo as horas disponíveis ao dia, 8h e 03min, pelo tempo por unidade.

Com o tempo por unidade de cada produto em todos seus processos dimensionados, foi confeccionada uma nova tabela que demonstra o tempo que cada processo demorou para confeccionar cada produto, visualizado na Figura 8.

Figura 8: Tabela de Duração de Tempo de Produto nos Processos

Produtos	Variações	Overlock	Rebobinar	Máquina de Corte	Bordadeira de Letra	Máquina Reta 1	Máquina de Ilhós	Somatório Tempo p/ faixa
Faixa Mod.B	Faixa (78)	00:00:22	00:00:18	00:00:20	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:07:48
	Faixa (88)	00:00:24	00:00:19	00:00:21	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:07:52
	Faixa (128)	00:00:27	00:00:22	00:00:22	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:08:06
	Faixa (138)	00:00:28	00:00:22	00:00:22	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:08:09
	Faixa (158)	00:00:30	00:00:24	00:00:23	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:08:19
	Faixa (193)	00:00:34	00:00:27	00:00:23	00:05:00	00:00:36	00:00:24	00:08:32

Foi feita também uma tabela parecida com a Figura 8, porém ao invés de demonstrar o tempo de processo de cada produto, ela demonstra a quantidade de produtos que é possível de ser produzida por dia em cada processo, ou seja, a capacidade por processo pode ser observada na Figura 9.

Figura 9: Capacidade Máxima de Produtos por Processo

Produtos	Variações	Overlock	Rebobinar	Máquina de Corte	Bordadeira de Letra	Máquina Reta 1	Máquina de Ilhós	Quant. Máx. de Prod. por dia
Faixa Mod.B	Faixa (78)	1317	1621	1435	96	795	1192	96
	Faixa (88)	1232	1548	1394	96	795	1192	96
	Faixa (128)	1069	1343	1344	96	795	1192	96
	Faixa (138)	1039	1306	1344	96	795	1192	96
	Faixa (158)	958	1204	1273	96	795	1192	96
	Faixa (193)	858	1077	1273	96	795	1192	96

Com esse levantamento, foi possível identificar qual é o processo gargalo, e a capacidade produtiva nominal diária de cada produto, sendo ela a mesma capacidade produtiva do processo gargalo, isso nas condições de uma linha de produção contínua com apenas um modelo de produto sendo produzido no dia.

Conforme observado na Figura 9 o processo gargalo é o processo da Bordadeira de Letra. Pode ser percebido que a capacidade da Bordadeira de Letra é muito inferior aos outros processos, porém isso não causa muito impacto na produtividade do setor, visto que a quantidade dos produtos demandados diariamente que tem ela como processo é muito pequena.

4.6 Ferramenta de planejamento

Após a coleta de dados, para dimensionar a capacidade produtiva diária de um *mix* de produtos, foi criada uma planilha de planejamento de produção demonstrada na Figura 10.

Figura 10: Tabela de Planejamento de Produção

① Nº Operadores	② h/Oper. disp.	③ Total	Grassi Completa	Overlock	Rebobinar	Pillow Estético	Máquina de Corte	Máquina de Cortar TNT	Bordadeira de letra	Máquina Reta 1	Máquina de Ilhós	Máquina Reta 2	
4	11:49:16	531	Horas Disponíveis no Dia por máquina e % de uso										
④ Cod. Prod	⑤ Nome do Produto	⑥ Unid. Prod	40,59%	17,72%	13,16%	20,30%	13,57%	6,55%	51,33%	20,19%	13,00%	56,74%	Ocupação da Máquina ⑦
			04:46:56	06:37:26	06:59:26	06:24:57	06:57:28	07:31:21	03:55:04	06:25:30	07:00:11	03:28:56	Tempo Não Alocado ⑧
74	Faixa Mod.F (088)	5	00:02:55								00:02:02		
82	Faixa Mod.G (138)	284	03:08:12				⑨						
83	Faixa SMod.G (158)	7	00:04:56										
84	Faixa Mod.G (193)	1					00:00:23			00:00:36	00:00:24		
55	Faixa Box Mod.D (078)	2					00:00:40			00:01:12	00:02:12		
12	Faixa Box Mod.A (193)	10		00:04:13	00:03:22		00:03:28			00:06:04	00:11:00		
29	Faixa Box Mod.B (158)	2		00:00:47	00:00:37		00:00:42			00:01:13	00:02:12		
54	Faixa Mod.D (193)	18				00:20:35	00:06:50			00:10:48			
53	Faixa Mod.D (158)	6				00:06:09	00:02:17			00:03:36			
52	Faixa Mod.D (138)	4				00:03:47	00:01:26			00:02:26			
54	Faixa Mod.D (193)	1				00:01:09	00:00:23			00:00:36			
50	Faixa Mod.D (088)	1				00:00:48	00:00:21			00:00:36			
50	Faixa Mod.D (088)	1				00:00:48	00:00:21			00:00:36			
53	Faixa Mod.D (158)	1				00:01:01	00:00:23			00:00:36			
52	Faixa Mod.D (138)	2				00:01:53	00:00:43			00:01:13			
53	Faixa Mod.D (158)	1				00:01:01	00:00:23			00:00:36			
94	Faixa Mod.H (138)	50				00:47:12	00:17:58			00:30:20	00:20:15		
95	Faixa Mod.H (158)	1				00:01:01	00:00:23			00:00:36	00:00:24		
95	Faixa Mod.H (158)	2				00:02:03	00:00:46			00:01:13	00:00:49		
94	Faixa Mod.H (138)	1				00:00:57	00:00:22			00:00:36	00:00:24		
92	Faixa Mod.H (088)	1				00:00:48	00:00:21			00:00:36	00:00:24		
94	Faixa Mod.H (138)	4				00:03:47	00:01:26			00:02:26	00:01:37		
92	Faixa Mod.H (088)	2				00:01:36	00:00:42			00:01:13	00:00:49		

No topo da planilha, à esquerda, no campo (1) marca-se a quantidade de operadores disponíveis no setor, no campo (2), a quantidade de horas dos operadores ainda disponíveis no dia. No campo (3), registra-se o total do número de peças planejadas durante o dia.

No campo (4) é preenchido o código de registro do produto pelo planejador da planilha, e no campo (5) com o nome do produto correspondente ao código digitado no campo (4).

Após o planejador informar no campo (4) o código do produto que será produzido, ele deve preencher o campo (6) com a quantidade a ser produzida. A planilha preencherá automaticamente o campo (9) com a duração de tempo que a quantidade do produto planejado demorará para ser finalizada em cada um dos processos.

Ao lado direito da planilha, o campo (7) representa o percentual de ocupação de cada uma das máquinas durante um dia de produção, esse percentual de ocupação corresponde ao mesmo do fator de “desempenho” utilizado no indicador OEE. No campo (8), a quantidade de horas que cada máquina ainda possui disponível no dia. No campo (9) o tempo que será gasto durante o dia para produzir a quantidade de produtos planejados nas respectivas máquinas.

Para utilizar a planilha, basta consultar o código dos produtos no banco de dados anexado na planilha e inseri-los nos campos da coluna (4), e a partir dessa inserir a quantidade de produtos a ser produzido nos campos da coluna (6) e a quantidade de operadores que estarão disponíveis no setor no campo (1). Todos os campos restantes são preenchidos e recalculados conforme o preenchimento dos campos 1,4 e 6.

Caso durante o preenchimento da planilha, alguma das células do campo (7) sinalize um número maior do que 100% ou as células do campo (8) fique com o número abaixo de 0, significa que a máquina está sendo planejada com seu planejamento acima de sua capacidade produtiva.

A planilha foi formatada para que, quanto mais escuro for o tom de azul nas células dos campos (7) e (8), significa que a máquina estará sendo mais utilizada no planejamento definido, e o inverso, quanto mais claro for o tom de azul, mais ociosa a máquina ficará.

No campo (9), quanto mais escuro for o tom de azul da célula, significa que determinado produto estará utilizando um recurso por mais tempo.

Caso todas as células do campo (7) fiquem todas com percentuais menores do que 100% e as todas as células do campo (8) fiquem com números acima de 0, porém a célula do campo (2) fique com o número menor que 0, significa que é possível realizar o planejamento de produção definido, porém a quantidade de operadores disponíveis é insuficiente.

Caso todas as condições citadas forem cumpridas, significa que o planejamento elaborado está dentro da capacidade produtiva e poderá ser produzido, restando apenas definir o melhor sequenciamento de produção, para que seja obtido o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

4.6.1 Recomendações para o uso da ferramenta

Apesar de o planejamento estar dentro da capacidade produtiva, dependendo da forma em que a produção for sequenciada, ainda há chances do planejamento não ser cumprido, cabendo ao planejador da planilha garantir que ele seja.

Algumas recomendações para aumentar a chance de conseguir executar a programação e o sequenciamento:

- Alocar no início do dia os modelos com processos mais demorados (como as faixas Mod. A, Mod. B e Mod. C), que passam pela bordadeira de letra.
- Produzir produtos de mesma família sequencialmente.
- Reduzir a variação do mix de produtos produzidos no dia, tanto em tamanhos quanto em modelos, agrupando essas variações o máximo possível em diferentes dias da semana.
- As quantidades dos produtos planejados devem ser múltiplas do lote mínimo dos processos mais demorados, isso reduz a perda de tempo em *setups* e faz com que os maquinários trabalhem em seu potencial máximo.

- O tempo de espera entre os processos devem ser o mínimo possível.
- Os operadores devem ser bem distribuídos nos maquinários da linha de produção, de forma que a linha fique com os tempos de processos mais balanceados o possível.
- A produção deve ser contínua.
- Menor quantidade de retrabalho possível.

4.7 Análise de quadro

Atualmente, a quantidade média de faixas prontas produzidas por dia no setor é de 500 a 600 unidades, a de gravatas é de 60 unidades. Ao inserir na planilha de planejamento desenvolvida algumas sequências de planejamento da empresa, disponibilizada pela mesma, foi possível observar o desempenho atual do setor.

Como observado no exemplo demonstrado na Figura 10, atualmente a empresa não utiliza de toda sua capacidade de produção disposta no setor, sendo a máquina mais utilizada no exemplo, uma ocupação de apenas 56%, enquanto as menos utilizadas, apresentam uma ocupação de apenas 13%.

Quando observado o campo (2) da Figura 10, que é o campo que indica a quantidade de horas dos operadores ainda disponíveis no setor, pode ser notado que os operadores também possuem bastantes horas disponíveis sobrando no dia, um equivalente à 11h e 50min, ou seja o tempo de sobra é maior que o tempo da jornada de trabalho de 1 operador (8h e 03min).

Esse quadro de alta disponibilidade dos recursos pode ser decorrente de diversas fábricas ocultas presentes no setor, como perda de tempo com retrabalho, espera, movimentação, ordens de produção com quantidades diferentes dos números do lote mínimo, má distribuição dos operadores nos maquinários, paradas, apontamentos, falta de pontualidade no início das atividades, produção não contínua, entre outros pequenos processos ocultos no setor que quando possuem seus tempos somados, acabam causando grande impacto no resultado final do dia.

A maioria desses problemas podem ser resolvidos através de uma melhoria organizacional e de disciplina sem a necessidade de investimento financeiro. Algumas medidas de melhoria possíveis de serem tomadas podem ser observadas nas recomendações do item 4.6.1.

5. Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo o estudo de tempos e o dimensionamento da capacidade de produção de um *mix* de produtos de um subsetor de uma empresa de colchões. Considera-se que os objetivos foram cumpridos com a elaboração da planilha de planejamento e com todas as planilhas de tempos e capacidades levantadas.

Os tempos coletados no presente trabalho, em conjunto com os tempos coletados nos outros setores da empresa, também citados no presente trabalho, estão sendo utilizados pela mesma na implantação dos indicadores OEE. Além do uso dos tempos coletados para o dimensionamento do fator de “desempenho” do indicador OEE, os tempos também estão sendo utilizados para a definição da meta de produção diária dos setores.

Com a confecção da planilha de planejamento de produção, a empresa conseguirá monitorar o fator “desempenho” do OEE de cada equipamento utilizado no setor durante o planejamento da produção, apenas observando o campo do porcentual de ocupação da máquina presente na planilha.

Apesar da empresa ainda não estar utilizando a planilha de planejamento confeccionado no presente trabalho, ela utiliza um sistema semelhante para calcular a capacidade produtiva dos setores e definir as metas diárias de produção, no qual ela utiliza os tempos coletados nos setores por meio da cronoanálise, e dimensiona a meta de uma forma menos automatizada.

Apesar da produtividade do setor estar muito abaixo de sua capacidade produtiva dimensionada, isso não traz problemas para a empresa, visto que esse setor não é o setor gargalo dela, mas sim o setor de montagem.

Um dos maiores ganhos do presente trabalho, foi o de poder enxergar a fábrica oculta e o potencial de produção presente no setor, que até o momento estava invisível à percepção de todos os envolvidos no setor e na empresa, podendo agora com o reconhecimento deles, aplicar estratégias de melhorias direcionados em pontos estratégicos do setor para melhorar a produtividade do mesmo.

Para ser concluída a implementação dos indicadores OEE, ainda será necessário a implementação de métodos de coleta e análise de dados para os outros dois fatores da OEE, os fatores de disponibilidade e qualidade.

6. Referências

ABREU, Y. F. M. de; SANTOS, G. P. S.; CARDOSO, L.; NUSS, L. F.; LIMA, F. N de. **Melhoria de Processo** – Ganho no Fluxo Produtivo em Linha de Montagem. Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Resende, 2006.

ALVAREZ, R. dos R.; JR, J. A. V. A. **Takt-Time: Conceitos e Contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. P.7, Gestão & Produção, 2001.

ASSIS, R. **Balanceamento de uma linha de produção**. 2011. Disponível em: < <http://www.rassis.com/artigos/Operacoes/Balanceamento.pdf>>. Acesso em: 05 maios 2018.

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**. 6.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 635 p. 2008.

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**. 6.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRPII e OPT**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DAVIS, Mark; AQUILANO, Nicholas; CHASE, Richard. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre, Bookman, 2001.

FULLMANN, Claudiney. **O Trabalho Mais Resultado com Menos Esforço**. ed. São Paulo: Educator, 2009.

GEORGE, M. L. **Lean seis sigma para serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

JONSSON, P. & LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – The role of OEE. **International Journal of Operations & Product management**, Vol. 19 Issue: 1, pp.55-78, 1999.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations & Product management**, Vol. 18 Issue: 5, pp.495-507, 1999.

MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção**. São Paulo: Pioneira, 1993.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

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

PESSOA, Pedro F. A. de Paula; CABRAL; José E. de Oliveira. **Identificação e análise de gargalos produtivos: impactos potenciais sobre a rentabilidade empresarial**. Porto Alegre: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2005.

ROCHA, D. R. **Balanceamento de Linha** – Um enfoque Simplificado. 2005. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Balanceamento-De-Linha-Enfoque-Simplificado/44588185.html>>. Acesso em: 05/05/18.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JHONSTON, Robert. **Administração da Produção**. ed. compactada. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura**. 2007. 10 f. UNIFEI.

SOUZA, F.B.; PIRES S.R.I. Análise e proposições sobre balanceamento e uso de excesso de capacidade em recursos produtivos. **Gestão & Produção**, Vol. 6 No 2, PP 111-126, 1999.

SHEU, D.D. Overall Input Efficiency and Total Equipment Efficiency. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, Vol. 19 Issue 4, pp 496-501, 2006.