

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

**Departamento de Economia, Ciências Contábeis,
Administração e Secretariado**

**ESTUDO DE BALANCEAMENTO DE LINHA DE
MANUFATURA**

Leopoldo Rodrigo Pereira Teixeira

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia, Ciências Contábeis, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Especialização pelo Curso de Pós-graduação em MBA - Gerência Empresarial.

Taubaté-SP

2001

COMISSÃO JULGADORA

Data: 15/12/2001

Resultado: _____

Prof. Dr. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo

Assinatura: _____

Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves

Assinatura: _____

Prof. Dr. Antônio Pascoal Del'Arco Junior

Assinatura: _____

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Departamento de Economia, Ciências Contábeis,

Administração e Secretariado

ESTUDO DE BALANCEAMENTO DE LINHA DE MANUFATURA

Leopoldo Rodrigo Pereira Teixeira

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia, Ciências Contábeis, Administração e Secretariado da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Especialização pelo Curso de Pós-graduação em MBA - Gerência Empresarial.

Área de Concentração: Técnica

Orientador: Prof. Dr. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo

Taubaté-SP

2001

TEIXEIRA, L.P.T. Estudo de balanceamento de linha de manufatura.
Taubaté, 2001 27p. Monografia – Universidade de Taubaté

Dedico este trabalho ao

Meus pais, irmão, tia Marilei, Priscila e familiares, caso tenha esquecido de alguém que desempenhou algum papel em minha vida, peço-lhe, por favor, que aceite minhas desculpas. Ainda, que minhas palavras de agradecimento pareçam breves, minha gratidão é duradoura e profunda.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Francisco pelo suporte técnico, despendido durante o período de elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

Resumo	VI
1 Introdução	1
2 Revisão da Literatura	4
3 Proposição	9
4 Material e Método	10
4.1 Material	12
4.2 Método	13
5 Resultados e discussão	17
6 Conclusão	25
7 Referências Bibliográficas	26
Abstract	27

TEIXEIRA, L.P.T. Estudo de balanceamento de linha de manufatura.

Taubaté, 2001 27p. Monografia – Universidade de Taubaté

RESUMO

A empresa analisada é líder mundial no mercado de Contract Manufacturing (CM) e se utiliza dos benefícios do “Supply Chain”, ou seja, é a principal empresa mundial no ramo da terceirização de produção de componentes e produtos eletrônicos, com isso, o controle de produção através de seu planejamento deve ser o mais acurado, em função de sua carga de produção e dos set-ups necessários para a realização de toda a produção planejada entre os seus diversos clientes.

Este trabalho tem como foco principal apresentar, analisar e discutir as melhorias adotadas ao processo de fabricação, enfocando sua reestruturação nos postos de trabalho evitando com que as medições permanecessem fora das tolerâncias de tempo aceitáveis pela metodologia adotada neste estudo, focando revisão no tempo de ciclo de alguns postos, redistribuição dos materiais nas bancadas, revisão nos casos de materiais, necessidade de trabalhos adicionais, correção de defeitos nos períodos de manutenção e outros.

Utilizando-se das teorias absorvidas em função dos estudos realizados para com o projeto de conclusão do curso, foram observadas, avaliadas e algumas oportunidades adotadas, sendo tanto na parte operacional ligada diretamente para com a linha de produção, como na parte do departamento de Engenharia, possibilitando melhorias algumas instantâneas e o mais importante não gerando nenhuma despesa adicional ao orçamento firmado no começo do ano fiscal, o que para os tempos atuais é de

grande importância. Na parte operacional, foram geradas melhorias nos procedimentos, revistos alguns postos de trabalho tanto na distribuição de matéria-prima para a montagem do produto final, como sua posição de trabalho através da análise ergonômica, análise no lay-out da área e a manutenção do tempo de ciclo dentro das tolerâncias entendidas como aceitáveis definidas através de cálculos.

Com isso, o processo teve ganhos significativos não somente na parte operacional como também na parte financeira do projeto.

Glossário:

Supply Chain= Cadeia de Fornecedores

Contract Manufacturing= Subcontratado

ABSTRACT

As the company is World leader of supply chain in a Contract Manufacturing, for outsourcing of production components and electronic systems, as this, the production control from the planned department should be the most correct, in function of the load production and set-ups lines for the production.

This project has the objective look for a production process dedicated for an unique customer, processed for procedures, organizational structures, objectives of quality and targets for production.

Adoption the cultural studied, from the concession the course was looked, analyzed and some opportunities adopted, so from operational parts of production and the engineer department, better in a moment and most important without any investments.

In a operational part, was better procedures, reevaluated some work station so in a lay out of material, a ergonomic position, lay out of the line production and the review the of cycle time for attend the tolerance time that understood as ideal.

So, the project had some opportunities not only in a operational part but in a financial department too.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de sobrevivência da empresa moderna, de qualquer natureza e finalidade, lucrativa ou não, depende do êxito em geral de todas as suas operações tanto administrativa como fabril/operacional, fazendo com que as empresas cada vez mais procurem otimizar suas despesas, tanto relacionadas diretamente à produção ou indiretamente como nas áreas de suporte e administrativa.

Empenhado neste espírito, este trabalho está direcionando o foco do estudo para a obtenção de melhorias no processo fabril, que variam da ergonomia para os funcionários, até a redefinição de novos procedimentos e métodos direcionados para a produção (parte operacional), abrangendo desde a engenharia de processo, como o planejamento de produção, a área de suprimentos (logística interna) e o controle de qualidade.

- Planejamento: Responsável pela mobilização dos recursos necessários à fabricação das impressoras, nele está centralizado todo o processo decisório da produção, funcionando como órgão de assessoria à gerência da fábrica exercendo uma influência funcional sobre a produção.
- Métodos e Procedimentos: Foi dividido em 02 etapas.
- Produto: Segmento que lida na busca do aprimoramento dos bens fabricados e no desenvolvimento de novas opções de consumo através da antecipação aos concorrentes e da capacidade de criar alternativas de vendas.
- Métodos e processos: Preocupação voltada para o modo de executar as tarefas que vão originar o produto. O processo constitui-se na seqüência de fabricação, definindo o roteiro utilizado na execução das tarefas. É o modo como o produto é manufaturado. Tendo a preocupação de encontrar a melhor maneira de fabricar os produtos, através de observações permanentes acerca de como o bem é feito,

buscando modificações que permitam redução do tempo de fabricação e a melhor qualidade dos itens fabricados.

- **Suprimentos:** Processo de disponibilização e entrega na produção dos materiais necessários para a manufatura dentro de um período definido.
- **Controle de Qualidade (CQ):** Tem como principal função, impedir a fabricação de produtos defeituosos, por meio da ajuda constante às linhas de produção. O trabalho do CQ, tem início no recebimento da matéria-prima, a fim de assegurar a qualidade do bem que será originado. Um controle eficaz previne ocorrência de defeitos, justificando a atenção antes, durante e após o processo. Ao final, a qualidade deve estar assegurando a saída de produtos com as corretas especificações.

Além da parte técnica do processo o estudo ligado ao operador também é um fato importante , por isso, a ergonomia foi escolhido como um ponto a ser analisado.

- **Ergonomia:** é o estudo da interação do homem com o seu trabalho, equipamento e meio ambiente, para que exista maior produtividade com menor prejuízo físico.

A ergonomia vem se desenvolvendo desde a pré história (como nas pedras utilizadas como armas, nos utensílios de barro para cozinhar, no copo para beber água, na invenção da roda e outros), passando pela revolução industrial (modificação na execução do trabalho artesanal para mecanizado), primeira e segunda guerra mundial (estudos fisiológico para aumento no volume de armamentos carregados por soldado, estudo fadiga industrial e outros) e sendo amplamente estudado até os dias de hoje nas corporações, visando o aumento da produtividade, qualidade do produto e a qualidade de vida dos funcionários.

Com isso, os ganhos relacionados a qualidade do trabalho para com os funcionários e para com o processo fabril, são positivos e com a garantia da qualidade do produto final.

A área estudada é uma linha de produção seriada dedicada a manufatura de impressoras com diversos modelos para um único cliente de renome mundial.

Além de focar as oportunidades relacionadas à parte prática do projeto, este estudo também viabiliza a obtenção de melhorias em diversas áreas que variam desde a área de Marketing com a geração de propostas embasadas em dados consistentes, como Finanças com as análises de Receita X Despesa com maior acuracidade, produção com a capacidade da definição da necessidade de mão de obra e planejamento com melhor aproveitamento da linha de produção, como:

Estabelecer padrões para os programas de produção; otimizando troca de produtos nas linhas de produção, com isso, o tempo é melhor aproveitado e o planejamento é essencial nesta fase.

Fornecer os dados para a determinação dos custos padrões, para a definição da da metragem da área para a produção, armazenagem e investimentos necessários para com o projeto como informática, suporte técnico, treinamento e outros.

Estimar o custo de um produto novo, para que seja elaborada uma cotação com maior acuracidade, analisando desde a real necessidade de mão de obra até o período de tempo que a linha ficará disponível para a montagem de determinado produto.

Fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, importante para a área de planejamento, enfocando a confecção do lay-out para novos produtos visando a otimização de espaço com a redução da quantidade de postos de trabalho e conseqüentemente a otimização de mão de obra.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para se estudar o processo atual de produção é necessário primeiro entender, de forma sucinta, o que vem a ser o estudo de tempo.

O estudo de movimentos e de tempos é definido como o estudo sistemático dos sistemas de trabalho, com o objetivo de projetar o melhor método de trabalho, geralmente ao menor custo, padronizando este método de trabalho e determinando o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma operação específica.

Segundo Júnior (1986), as primeiras aplicações de estudo de tempos do final do século passado, com as contribuições de Frederick Taylor na Midvale Steel Company para a determinação do tempo necessário ao desempenho dos vários tipos de trabalho e a maneira correta de realizá-los. Anos mais tarde, Taylor condensava seu trabalho em um livro denominado Princípios da Administração Científica onde argumenta, através dos seus três princípios, a racionalização dos trabalhos realizados em uma unidade industrial.

O primeiro princípio básico da Administração Científica, mostrava que o desconhecimento por parte da administração do processo produtivo é a raiz dos problemas de controle. Sua proposta é fazer uma análise científica do trabalho através do estudo dos movimentos elementares de cada operário, identificando os úteis e eliminando os inúteis para aumentar a produtividade. Além disso, eliminava a iniciativa dos operários na escolha do melhor método, e os administradores passavam a definir e impor o método com o respectivo tempo padrão.

O segundo princípio mostrava que se o trabalho for estudado, analisado e simplificado, ou seja denominado, pela administração, o operário adequado pode ser

escolhido mais facilmente. Não haveria necessidade de homens excepcionais, apenas requerendo treinamento e habilidades específicas.

No terceiro princípio, Taylor mostrava que o planejamento e o controle do trabalho executado são funções da gerência e não mais do contramestre. A gerência deve, por sua vez, apoiar-se em especialistas, organizar departamentos específicos para esse fim, utilizando, como elemento central da programação da produção, as Ordens de Produção (OP).

Como a gestão de operações, que sempre foi importante, assume singular magnitude no mundo atual, em que a competição empresarial torna-se a cada dia mais acirrada, e é o grande potencial dos ensinamentos da área de Engenharia de Produção, para bem orientar as decisões e as operações em todos os níveis hierárquicos da empresa. Na parte operacional a cronometragem é o método mais empregado nas indústrias para se medir o trabalho. Em que pese o fato de o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que Frederick Winslow Taylor estruturou a Administração Científica e o Estudo de Tempos Cronometrados, objetivando medir a eficiência individual, essa metodologia continua e vem sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais.

Embasando nesta teoria, este trabalho tem como objetivo principal analisar o tempo de ciclo de uma linha de produção seriada constituída por 40 postos de trabalho diretos e indiretos, que foram avaliados individualmente com o intuito de tornar o tempo de ciclo operacional dentro da tolerância aceitável, com isso, obtendo uma posição mais equilibrada no balanceamento e buscando a obtenção do tempo padrão, desafogando alguns operadores que mantinham várias tarefas e que tornavam este postos de trabalho “gargalos”, além de outros benefícios como financeiros que não serão abordados neste estudo.

Segundo Kuratomi (1987), os fatores que afetam o balanceamento de tempo de um fluxo de produção industrial são:

- Falta de controle da Produção;
- Baixa eficiência e produtividade;
- Dimensionamento incorreto da carga de Mão de Obra;
- Lay-out inadequado;
- Fluxo de produção inadequado.

E a solução para saneamento de todos os problemas, está na estruturação por Racionalização, que deverá determinar:

- Meios de controle da produção eficiente;
- Cálculo correto da eficiência e da produtividade;
- Dimensionamento correto da carga de Mão de Obra;
- Dimensionamento correto da carga de Máquina;
- Racionalização de Lay-out;
- Fluxos adequados de produção.

Com o exposto acima, todos os critérios teóricos aplicados neste estudo serão direcionados à linha de produção, situada na empresa Solectron Brasil Ltda, mais especificamente na unidade em São José dos Campos/SP.

Em função deste projeto analisado ter um perfil mundial, todas as informações necessárias para o bom andamento do projeto foram migradas de outras unidades do grupo, o que significa que nunca foi realizado no Brasil um estudo similar que pudesse melhorar ou adaptar o projeto aos padrões/cultura brasileira. Infelizmente como a principal unidade que focava este produto no exterior teve sua operação extinta e todo o seu acervo técnico transferido para o continente Asiático, o estudo não terá a

possibilidade de uma comparação técnica e teórica em função da falta de informações para com a teoria atualmente adotada.

Porém, com as teorias assimiladas foram possíveis várias oportunidades de melhorias que serão apresentadas no decorrer deste estudo. As teorias estudadas foram as mais diversas e sendo utilizadas as quais o perfil melhor se enquadrou ao processo fabril. As teorias utilizadas serão apresentadas detalhadamente seguindo um cronológico para melhor acompanhamento.

O nosso processo fabril tem como objetivo a montagem de impressoras para uma única empresa com renome mundial e que em função da existência de um contrato mundial de confidencialidade entre as empresas, não estaremos mencionando o nome desta empresa neste trabalho. A linha de produção é composta de vários postos de trabalho seqüenciais que estão apresentados na página 8, o que torna cada operação uma fase distinta do processo de produção, caracterizado por um trabalho definido no ciclo de fabricação, sendo executado com um auxílio de uma máquina ou manualmente, composta de vários movimentos manuais e de máquina, acoplando diversas peças em um único produto final.

Ressalta-se a informação de que são 40 postos de trabalho nesta linha fabril, porém somente 26 destes, são postos diretos e os demais são referentes a montagem de subconjuntos. O estudo foi realizado somente nos postos que estão diretamente relacionados com o processo fabril.

Com as informações obtidas nas literaturas pesquisadas, foi possível gerar os procedimentos necessários para o bom andamento do estudo dando embasamento teórico para que pudesse iniciar as tratativas do estudo na parte prática do projeto.

Figura 1 - Lay-out da linha de produção

3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar uma linha de produção dedicada a um único cliente através de um processo contínuo, constituída de procedimentos, estrutura organizacional, objetivos de qualidade e metas de produção.

Este processo fabril tem como base atualmente um processo de qualidade que engloba tanto o processo de produção através de um procedimento individual por posto, como um processo de qualidade que engloba desde a qualidade da matéria prima até a montagem do produto final até a sua expedição ao cliente.

Cada funcionário recebe um treinamento antes de iniciar no processo que atende desde a conscientização de sua importância para com o projeto, até o treinamento direcionado no posto de trabalho que estará sendo direcionado, além de treinamentos ligados ao “5S” (arrumação, disciplina, padronização, organização e limpeza) e ESD (electric static discharge) que é importante para manuseio de equipamentos eletrônicos sensíveis a descargas eletrostáticas.

4 MATERIAL E MÉTODO

Foram pesquisados várias literaturas de autores nacionais e estrangeiros e em sua maioria os instrumentos utilizados na leitura e análise do tempo como mencionado no módulo 4.1 foi considerada ideal, sendo além das medições em loco a filmagem das medições nos permitiu a posteriori, uma análise de detalhes que durante a tomada de tempo não foram possíveis a sua visualização/percepção.

A planilha de marcação da tomada de tempo, foi elaborada no software Excel e os dados coletados foram lançados posto a posto seqüencialmente de acordo com a composição da linha de produção, reforçando que somente os postos ligados diretamente ao processo fabril foram analisados neste estudo.

De todos os métodos pesquisados a metodologia que melhor se enquadrou foi a que adota como referencial de análise a teoria proposta pelo autor RIGGS (1976), focando os valores referenciais do Limite Superior de Controle (LSC) e do Limite Inferior de Controle (LIC).

Estes dados foram importantes na análise e observação da medição do tempo total para encontrar as tolerâncias temporais aceitáveis, e as fórmulas utilizadas para encontrar os itens acima mencionados foram:

$$\text{LSC} = x + A * R, \text{ e}$$

$$\text{LIC} = x - A * R, \text{ onde:}$$

x = média das medições por posto

A = valor obtido da Tabela 1, que relaciona a quantidade de medição com a necessidade (letra), neste caso o valor utilizado foi 0,577, em função das cinco medições realizadas.

R = amplitude, ou seja, valor encontrado entre o maior e menor tempo de cada posto

Estas fórmulas tem como objetivo analisar se as medições obtidas de todos os postos individualmente, estão dentro de uma faixa de tolerância temporal aceitável definido pela teoria estudada.

Porém, antes de chegar na análise através da fórmula apresentada, adotou-se um procedimento direcionado para este estudo como forma de melhor entender o processo utilizado, seguiu-se um resumo esquemático dos pontos analisados para a obtenção dos valores.

- Analisado a existência de postos de trabalho com elementos de curta duração inferior a 0,04 min, o que geraria dificuldade em tomar os valores;
- Definido os pontos de separação claros entre os vários elementos, para permitir leituras exatas dos tempos, sendo iniciado o tempo no instante que o operador anterior ao posto do tempo a ser tomado retira a mão do produto e se encerra quando o operador encerra sua operação e também retira a mão do produto;
- Os elementos de máquinas foram analisados separadamente dos demais postos manuais;
- Discutido com os envolvidos o tipo de trabalho a ser executado, procurando obter a colaboração dos encarregados e dos operadores do setor;
- Realizado as cronometragens;
- Anotado na folha de observações, os dados adicionais ao processo como desvio, problemas de qualidade, antecipações de montagem e outros;
- Analisado o lay-out da linha e os procedimentos dos postos na montagem do produto;
- Avaliado o fator de ritmo (velocidade) da operação para determinar o tempo normal;
- Analisado se as tolerâncias utilizadas para a fadiga e as necessidades pessoais atendem os requisitos teóricos mencionados por vários autores.

4.1 MATERIAL

Para a primeira análise prática foram utilizados os instrumentos abaixo discriminado:

Prancheta para marcações;

Cronômetro de hora centesimal digital;

Filmadora;

Folha de observações e;

Planilhas para marcação do tempo.

Tabela utilizada para encontrar o valor referente a Amplitude, com o objetivo de identificar os limites no gráfico de controle.

Tabela 1: Obtenção do valor do "A"

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1,880	1,023	0,729	0,577	0,483	0,419	0,337	0,337	0,308
D4	3,268	2,574	2,282	2,114	2,004	1,924	1,864	1,816	1,777
D3	0	0	0	0	0	0,076	0,136	0,184	0,223
D²	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Legenda:

N = Número de leituras

A = Coeficiente referente ao número de leituras

4.2 MÉTODO

No primeiro instante, foi escolhida uma equipe bastante experiente e familiarizada com o processo fabril, elaborado uma apresentação apontando o que seria feito e qual o intuito e benefício que estaria sendo buscado, agendado uma data em consenso geral. Os tomadores de tempo tiveram uma preparação antes da realização das medições para que pudessem assimilar o processo, pois uma vez “colhido” o tempo erroneamente poderiam colocar em desconformidade todo o estudo que foi elaborado. Foram realizadas no mesmo período do dia, as 05 avaliações intercaladas em 01 hora cada, a fim de obter o tempo médio do processo. Todos os operadores trabalharam de acordo com sua capacidade, não mascarando qualquer tomada de tempo ou dado, o que também geraria uma desconformidade com o estudo, neste caso foram observados algumas considerações literárias.

O método adotado foi o que a maioria dos autores mencionavam como o melhor processo de medição para a análise.

A primeira parte para a análise da produção, partiu da premissa da comparação entre a parte teórica e a parte prática da produção.

Como segunda parte, foi considerado a preparação das análises práticas, sendo apresentado um breve resumo para obtenção dos dados e sua análise.

1. Elaborado em programa Excel, uma planilha para inserção dos tempos obtidos em loco e com disponibilidade para inserção de comentários caso fosse notado alguma anomalia. Ver página 16.
2. A velocidade considerada em toda a análise foi igual para todas as medições (100%), ou seja, o fator de correção considerado para cálculo foi 1.

3. Após o encerramento da tomada dos tempos posto por posto, os dados foram lançados no programa Excel do microcomputador para obtenção das informações necessárias para o prosseguimento do estudo.
4. Obtido o tempo total das medições, foi analisado o tempo médio por posto, ou seja, somado as 05 (cinco) medições individualmente e dividido pelo total de medições neste caso que foram 05 vezes, possibilitando encontrar o tempo médio por posto.
5. Com o somatório de todos os postos foi possível obter o tempo total por medição do produto.
6. Verificado a amplitude exagerada do tempo total de uma medição para outra, partindo para a análise da amplitude individual ou seja, posto por posto. A amplitude por posto foi encontrada da subtração do valor do maior tempo menos o valor do menor tempo.

Utilizado a fórmula para encontrar os valores referentes ao Limite Superior de Controle (LSC) e ao Limite Inferior de Controle (LIC).

7. Após esta análise do tempo total e certificado que o tempo realmente estava correto, partiu-se para análise de posto por posto para verificar aonde estava a discrepância para que fosse possível atacar a causa raiz do problema.
8. Observou-se que três dos vinte e seis postos, estavam com um dos valores fora da faixa de tolerância.

Obs.: Neste estudo, também foi analisado o processo de fadiga diária dos operadores. O tempo considerado pela política de gestão da qualidade dos funcionários, atende as exigências das teorias estudadas, portanto não houve a necessidade de nenhuma revisão. A política da qualidade da empresa, discrimina a existência de um intervalo no meio do período fabril de 15 minutos que contempla em atender as necessidades dos operadores e um descanso durante o período de trabalho, além da existência de funcionários suportes denominados multiplicadores que exercem a função de

substituir os operadores por pequenos espaços de tempo para uma possível necessidade e/ou emergência. Além dos objetos de estudo, foram também analisados superficialmente os índice de ruído, a iluminação, condições de conforto térmico, umidade relativa do ar interno, vibrações, cores da parede e o mais importante a ergonomia dos operadores, o que melhora o ambiente de trabalho e conseqüentemente os operados não se sentem tão cansados no fim de cada dia de trabalho.

Tabela 2: Planilha para Tomada de Tempo

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

Projeto: Manufatura de Impressora _____

Modelo máquina: _____

Cronometrista: _____

Data: 18/06/2001

Hora de Início: 10 h

Hora de término: 15h

Postos	10-11h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h
Medições	1	2	3	4	5
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
130					
140					
150					
160					
170					
180					
190					
200					
210					
220					
230					
240					
250					
260					

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a análise da Tabela 3 da página 19, mostrou a existência de 03 (três) postos de trabalho, que estavam com o tempo de ciclo fora da faixa de tolerância, sendo eles os postos 100, 130 e 180, o que mostrou a existência de um desbalanceamento da linha de produção. Além dos postos desbalanceados observamos a existência de fatores negativos como a falta de controle de produção (área de planejamento não previa com antecedência o plano de produção, o que geravam paradas de linhas constantes com falta de material e insuficiência de mão de obra), baixa eficiência e produtividade (relacionado com o planejamento, pois as trocas de produtos na linha de produção geravam “correrias” pois, na maioria das vezes não existiam os materiais necessários na área de produção e a necessidade de trazer com urgência determinados materiais do almoxarifado), dimensionamento incorreto (excesso de mão de obra por linha de produção, apontado através da análise de balanceamento que geravam despesas adicionais para o projeto), lay-out inadequado (excesso de bancadas e metragem da área das linhas super dimensionadas) e fluxo de produção (para o mesmo corredor que passava a matéria-prima, passava o produto final o que gerava um transtorno e até perda na produção com a danificação de caixas de produtos acabados que acabavam-se danificando nos impactos).

Os postos desbalanceados tiveram uma atenção especial para análise ligada ao procedimento existente, e da possibilidade de melhoria para adequação ao tempo médio. Para melhor entender os postos mencionados, segue-se um breve resumo dos trabalhos que são realizados nestes postos:

Posto 100, tem como característica principal a montagem do conjunto do mecanismo que tem como função “puxar” o papel do reservatório de folhas para impressão. Este

conjunto é proveniente de postos de trabalhos paralelos à linha de produção que é considerado como montagem de subconjuntos.

Posto 130, tem como característica principal ajustar as tolerâncias horizontais entre a cabeça da impressão e a região onde ficará o papel no momento da impressão, importante também salientar que este é o primeiro posto de teste, após a montagem de todo o mecanismo da impressora.

Posto 180, tem como característica principal a montagem final das partes plásticas como colocação da tampa superior, logotipo e a inspeção visual de toda a parte externa do produto, desde acabamento com análise do alinhamento das partes até a inspeção dos parafusos.

Tabela 3 – Planilha com os Tempos, Valores "LSC" e "LIC"

Figura 2 – Gráfico dos valores do Tempo, “LSC” e “LIC”

Apesar de que somente um único tempo pelos postos mencionados acima estavam fora da faixa da tolerância dentre das cinco medições realizadas, foram feitas várias análises para identificar a causa raiz do problema a fim de melhorar o processo.

As possíveis causas raízes detectadas nos postos de trabalho se resumem na má conexão nos cabos de comunicação entre o computador e a impressora o que gerava necessidade de retestes e até mesmo envio de impressoras para o retrabalho, montagem errônea ou problema de qualidade na matéria-prima do subconjunto, dificuldade no ajuste do alinhamento em função de algum problema oriundo de postos de trabalhos antecessores aos testes, demora no posicionamento da impressora na mesa de teste, peça com sujeira na parte plástica e rebarba na peça a ser fixada.

Para se enquadrar os postos ao tempo médio calculado, foram necessários algumas revisões no processo fabril, que seguiram desde a redistribuição de tarefas para outros postos, melhorias na distribuição de materiais nas bancadas de trabalho, com isso, os ganhos foram positivos como mostram abaixo os valores:

ANÁLISE ANTES DO BALANCEAMENTO			
	100	130	180
1ª medição	19.67	40.56	48.68
2ª medição	20.66	33.28	20.92
3ª medição	20.07	28.52	25.07
4ª medição	25.10	27.23	24.74
5ª medição	20.08	29.12	23.12
Média	21.12	31.74	28.51
Amplitude	5.43	13.33	27.76
LSC	24.25	39.43	44.52
LIC	17.98	24.05	12.49

ANÁLISE APÓS BALANCEAMENTO			
	100	130	180
1ª medição	19.98	30.98	26.88
2ª medição	20.02	31.49	27.76
3ª medição	20.29	31.18	25.82
4ª medição	20.58	30.85	27.12
5ª medição	20.44	31.62	28.19
Média	20.26	31.22	27.15
Amplitude	0.60	0.77	2.37
LSC	20.61	31.67	28.52
LIC	19.92	30.78	25.79

Quadro 1: Comparativo entre os valores da medição antes e após o balanceamento dos postos mencionados

Outras melhorias adotadas com relação ao lay-out da linha e a parte ergonômica também foram de importante relevância, visto que, a fadiga antecipada do operador leva a redução de produtividade e a aparição de “gargalos” e a perda de produção. Por isso, os ganhos gerados ao processo, em função dos fatores positivos como os meios de produção mais eficiente (elaboração de plano de produção com 03 meses de janela, ou seja, aumento na visão para a área de materiais e produção), cálculo correto da eficiência e da produtividade (recurso para que a produção possa obter as metas planejadas), redefinido o dimensionamento correto de mão de obra, racionalização de lay-out, fluxo adequados de produção (redesenhados o lay-out, revisando o fluxo de saída de produto acabado), benefícios físicos (controle do peso corporal, melhora do perfil lipídico, controle da pressão arterial, melhora da mobilidade articular, melhora da resistência local e global, da força muscular e do equilíbrio e coordenação) benefícios psico-sociais (alívio do estresse, aumento do bem-estar, auto-estima, diminuição da ansiedade, manutenção da autonomia, redução do isolamento social, aumento da motivação e incremento da consciência coletiva), benefícios produtivos (diminuição de DORT (distúrbio osteomusculares relacionados ao trabalho), absenteísmo, custos médicos, rotatividade, melhora institucional, manutenção ou aumento da produtividade), somaram para a melhoria no processo. Com relação a parte ergonômica e as melhorias do lay-out, seguem para ilustração algumas fotos enfocando o antes e após a revisão implantada.

Foto 1 : Excesso de material na área fabril

Foto 2: Implantação de Caixa padrão

Foto 3: Material na bancada

Foto 4: Redisposição de material na bancada

Foto 5: Postura incorreta de trabalho

Foto 6: Utilização de cadeiras nos postos

6 CONCLUSÃO

Para manter uma folga dentro da faixa da tolerância aceitável, a fim de atender divergências foram adotadas algumas modificações no processo, na parte que tange o lay-out da bancada como redistribuição dos materiais e equipamentos de suporte, redistribuição de algumas operações com outros postos e melhorias no processo e testes.

Para resumir e melhor expressar as melhorias foram revistos os processo dos postos e concluído a necessidade de compartilhamento de algumas tarefas com postos anteriores aos postos revisados. Para o posto relacionado ao teste foi desenvolvido um dispositivo que acopla os cabos de energia e o sinal do micro simultaneamente, o que gerou um ganho no tempo no posto.

Portanto, com o estudo dos tempos e as melhorias adotadas, todos os postos de trabalho ficaram com os tempos dentro da faixa de tolerância, ou seja, a linha de produção ficou balanceada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTADOR, J.C. *Gestão de operações*. Fundação Vanzolini. 2 Ed. Edgard Blucher, 1998.

BARNES, R.M. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.

RIGGS, J.L. *Administração da produção: planejamento, análise e controle, uma abordagem sistêmica*. São Paulo, Atlas, 1976.

Kuratomi, S. *Cronoanálise base da Racionalização da produtividade da redução de custos*. Mogi das Cruzes, O&M, 1987

Martins, P.G. *Administração da Produção*. São Paulo, Saraiva, 1999

Junior, F.B.T *Balanceamento de linhas*, Mogi das Cruzes, O&M, 1986.

Rocha, D. *Fundamentos técnicos da produção*. São Paulo, MAKRON Books, 1995.