

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
GUSTAVO ALVES CAINELLI

N. CLASS.	M658.562
CUTTER	C135V
ANO/EDIÇÃO	2012

VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO EM
FORJARIA A QUENTE

Varginha
2012

FEPESMIG

GUSTAVO ALVES CAINELLI

**VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO EM
FORJARIA A QUENTE**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação da Prof^a. Ms. Liliane Dolores Fagundes.

Varginha
2012

FEPESMIG

GUSTAVO ALVES CAINELLI

**VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO EM
FORJARIA A QUENTE**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas,
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel
pela Banca Examinadora composta por:

Aprovado em / /

Prof^ª. Ms. Liliane Dolores Fagundes (Orientadora):

Prof^º. Me. Alexandre de Oliveira Lopes

Prof^º. Esp. Erick Silva

Obs.:

Dedico este trabalho primeiramente a minha família, aos professores do Centro Universitário do Sul de Minas, aos sinceros amigos de classe e a todos que contribuíram para o bom desenvolvimento deste.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e determinação, aos meus pais Alfredo e Lourdes que tanto amo, a meu irmão Rafael pelo apoio e a todos que contribuíram para a realização deste.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na
beleza de seus sonhos”.

(E. ROOSEVELT).

RESUMO

No presente projeto de pesquisa são contempladas as evidências das vantagens da implantação do Trabalho Padronizado que é uma ferramenta que, se bem aplicada, se torna base de dados para resoluções de problemas e para processos de melhoria contínua. Para a realização do trabalho padrão, três elementos são indispensáveis de serem analisados que são: a sequencia do trabalho, o tempo ciclo de produção e o estoque padrão. É algo desenvolvido e aperfeiçoado pelos trabalhadores que o executam. A adoção dessa metodologia de trabalho é uma maneira de sistematizar o conhecimento operacional e sua evolução, assim como criar padrões, segui-los e melhorá-los. Constam também no trabalho uma breve revisão das literaturas relacionadas com o desenvolvimento do trabalho padronizado e do processo estudado, o detalhamento dos processos produtivos em que o trabalho padronizado será aplicado, as etapas necessárias para o desenvolvimento e a implantação do trabalho padronizado, os resultado obtidos e por fim as considerações finais.

Palavras-chave: Trabalho Padronizado. Balanceamento de linha. Melhoria contínua.

ABSTRACT

In this research project are included evidence of the benefits of using Standardized Work as a tool that, if properly applied, becomes the database for problem solving and continuous improvement processes. To achieve the standard work, three elements are needed to be analyzed: the sequence of work, the production cycle time and standard stock. It is something developed and improved by workers who perform it. The adoption of this working method is a way to systematize knowledge and operational trends, as well as to create patterns, observe and improve them. Also included in the work is a brief review of the literature related to the development of standardized work studied process , the details of the processes that will be implemented standardized work, the steps required for the development and implementation of standardized work, and the result obtained and finally the concluding remarks.

Keywords: Standardized Work. Line balancing. Continuous improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Casa Trabalho Padronizado	13
Figura 2 – Diagrama de Fluxo	23
Figura 3 – Forno de indução	24
Figura 4 – Medição de temperatura	25
Figura 5 – Recalque de blank 1	26
Figura 6 – Recalque do blank 2.....	26
Figura 7 – Pré-forjamento.	27
Figura 8 – Forjamento.....	28
Figura 9 – Rebarbação Interna	28
Figura 10 – Rebarbação externa.....	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Métodos de trabalho	31
Quadro 2 – Equipamentos utilizados	32
Quadro 3 - Cronometragens	33
Quadro 4 – Tempo médio	34
Quadro 5 – Tempo normal	34
Quadro 6 – Tempo Padrão	35
Quadro 7 – Lote mínimo	36
Quadro 8 – Trabalho Padrão	37
Quadro 9 - Cronograma de implantação do trabalho Padronizado	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	12
2.1 Trabalho Padronizado.....	12
2.2 Projeto de Trabalho.....	14
2.3 Estudo do método de trabalho.....	14
2.4 O estudo dos tempos.....	15
2.5 Número de ciclos a serem cronometrados.....	16
2.6 Avaliação do Ritmo.....	17
2.7 Determinação do ritmo.....	17
2.8 Aplicação do ritmo.....	18
2.9 Determinação das tolerâncias e do Tempo Padrão.....	18
2.10 Balanceamento de linha.....	19
2.11 Melhoria contínua.....	20
2.12 Takt-Time.....	20
2.13 Forjamento.....	20
3 PROCESSOS ESTUDADOS	22
3.1 Processos escolhidos para o estudo.....	24
4 ESTUDO DE CASO	30
4.1 Etapas do desenvolvimento.....	30
5 IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO	38
6 RESULTADOS OBTIDOS	39
7 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa-ação a seguir é uma aplicação prática do Trabalho Padronizado (TP) em uma empresa do ramo de forjaria a quente, situada no sul de Minas Gerais. O TP é uma metodologia de trabalho desenvolvido a fim de obter a padronização dos métodos e o tempo requeridos para a execução da produção. No Trabalho Padronizado são combinados com eficácia os equipamentos para a produção, os operários e os materiais utilizados.

Antes da padronização dos processos produtivos, a alocação dos colaboradores na empresa estudada era feita de acordo com as necessidades, os equipamentos utilizados não eram pré-determinados e os tempos ciclos de produção não eram constantes. Neste contexto, surgiu a necessidade de se desenvolver uma ferramenta de trabalho em que fosse definido os recursos tecnológicos disponíveis e a forma com que eles deveriam ser utilizados, qual tarefa seria aplicada a cada pessoa, o melhor método para desempenhar determinada operação e o tempo que um operador necessita para a execução da tarefa.

Por meio de uma aplicação prática, o objetivo principal da pesquisa-ação é evidenciar as vantagens da implantação do Trabalho Padronizado como, por exemplo, reduzir as complexidades e subjetividades dos processos obtendo dados para a resolução rápida de possíveis problemas e falhas.

O trabalho é iniciado com uma breve revisão das literaturas sobre o tema, logo após é demonstrado o processo onde o trabalho padronizado será implantado, em seguida é realizado uma avaliação determinando as etapas do desenvolvimento do trabalho padronizado, posteriormente ao desenvolvimento do trabalho padronizado é evidenciada a implantação da ferramenta considerando as dificuldades encontradas, na sequencia são demonstrados os resultados obtidos e por fim a conclusão.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Trabalho Padronizado

Segundo Ohno (1997), a folha de Trabalho Padrão é uma ferramenta desenvolvida a fim de obter a padronização dos processos produtivos e os tempos que eles são executados, combina eficazmente materiais, operários, e máquinas para produzir com eficiência.

Para a realização do Trabalho Padronizado, três elementos são indispensáveis de serem analisados que são: a sequência do trabalho, o tempo ciclo de produção e o estoque padrão.

O termo “sequência de trabalho” significa exatamente o que está se expressando. Não se referem a ordem dos processos dos quais fluem os produtos. Refere-se, isto sim, a sequência de operações, ou a ordem de operações, em que um operário processa itens: transportando-os, mantendo-os nas máquinas, removendo os das mesmas, e assim por diante.

O tempo ciclo é o tempo alocado para fazer uma peça ou unidade. Isso é determinado pela quantidade da produção, ou seja, a quantidade necessária e o tempo da operação. A quantidade necessária por dia é a quantidade necessária por mês dividida pelo número de dias de trabalho naquele mês. O tempo de ciclo é calculado dividindo-se as horas de operação pela quantidade necessária por dia. Mesmo quanto o tempo do ciclo é determinado dessa forma, os tempos individuais podem diferir. (OHNO, 1997, p.42).

Segundo Ohno (1997), o estoque padrão refere-se ao mínimo de peças necessário para que os trabalhos continuem sem interrupções. Isso inclui os itens montados na máquina.

A definição de processos padronizados baseia-se na clareza (visualização), escolha e utilização sistemática de um método, dentre vários, que garanta o melhor resultado executável. A ferramenta trabalho padronizado não é aplicada como um elemento isolado em intervalos específicos. Não obstante, é parte da atividade contínua de identificação de problemas, do estabelecimento de métodos eficazes e da definição do modo que esses métodos devem ser conduzidos de forma a obter o desempenho mais consistente possível. (KISHIDA 2005, apud BERKENBROCK, 2009, p. 3).

A tarefa do supervisor de área, chefe de seção ou supervisor de equipe é treinar os trabalhadores. [...] Quando as instruções estão claras sobre a sequência e os movimentos básicos, os operários aprendem rapidamente a evitar a refazer um trabalho ou a produzir peças defeituosas. (OHNO, 1997, p.41).

Segundo Ohno (1997), o Trabalho Padronizado é uma ferramenta de processo que auxilia no aumento da eficiência, redução de refugos, redução de acidentes de trabalho, aumenta o envolvimento dos operadores, auxilia na eliminação de desperdícios sem deixar de analisar os recursos existentes, rearranjo físico, melhoria de processos, melhoria de

ferramentas, análise de métodos de transporte otimizando a quantidade de materiais disponíveis para serem processados.

As principais ferramentas no estabelecimento de processos e procedimentos padronizados são os documentos de trabalho padronizado, estes devem ser redigidos pela pessoa que executa a tarefa e ser específico o suficiente para serem guias úteis, mas também gerais o suficiente para permitir alguma flexibilidade. (LIKER; MÉIER, 2007 apud BERKENBROCK, 2009, p. 3).

Segundo Berkenbrock (2009), somente após se ter os processos padronizados, é possível desenvolver melhorias contínuas nos processos produtivos

Segundo Silveira e Coutinho (2008), ocorreram muitas mudanças no sistema produtivo das organizações, o que as levaram a encontrarem novas técnicas de gerenciamento. Essas novas técnicas contemplam a produção enxuta (produzir mais com menos).

O Trabalho Padronizado é a base para a produção enxuta, é fundamental para garantir o fluxo contínuo de produção.

Para tentar definir melhor o que seria o Trabalho Padronizado, Berkenbrock (2009), sugere a figura de uma casa que envolve as especificações solicitadas como, por exemplo, os objetivos do processo produtivo, os procedimentos padrão, ou seja, a forma com que os objetivos serão alcançados e as exigências definidas fora da organização que são os padrões ambientais, de qualidade e de segurança. Conforme figura 1:

Figura 1 – Casa Trabalho Padronizado



Fonte: (BERKENBROCK, 2009, p.5).

2.2 Projeto de Trabalho

De acordo com Slack, Chambers e Johnton (2008), o projeto de trabalho refere-se à forma com que é estruturada cada operação de um determinado processo individualmente, o ambiente e os recursos tecnológicos disponíveis.

O trabalho das pessoas na produção é definido envolvendo alguns elementos que devem ser analisados em conjunto. Esses elementos são: as condições ambientais no local de trabalho, os recursos tecnológicos disponíveis e a forma com que eles devem ser utilizados, definição de qual tarefa é aplicada a cada pessoa, o melhor método para desempenhar determinada operação e o tempo que um operador necessita para a execução da tarefa proposta.

2.3 Estudo do método de trabalho

Segundo Slack, Chambers e Johnton (2008), para a definição do melhor método, uma sistemática envolvendo seis passos precisa ser envolvida. Os passos são: selecionar o trabalho a ser estudado; registrar todos os fatos relevantes do método presente; examinar esses fatos na sequência; desenvolver o método mais prático, econômico e efetivo; implantar o novo método e checar periodicamente o método estabelecido.

Segundo Barnes (2008), para a definição do melhor método de trabalho, o processo previamente definido deve ser avaliado por completo, assim como cada operação que forma o processo separadamente, para isso é necessário realizar um estudo dos movimentos e tempos.

O foco do estudo de movimentos é analisar criteriosamente todos os movimentos necessários para a realização de uma determinada operação. Teoricamente, o estudo procura eliminar os movimentos desnecessários e dispõe a melhor sequência dos movimentos necessários. Os princípios e as técnicas do estudo do movimento se tornam úteis é na fase análise de operações específicas. O estudo dos tempos geralmente é executado juntamente com o desenvolvimento da operação.

As fases do estudo "... Consistem na obtenção e registro das informações necessárias, divisão da operação em elementos, no registro desse elemento e em sequência adequada, na cronometragem desses elementos e registros das leituras, na determinação do número de ciclos a ser cronometrado, na avaliação do ritmo do operador e na preparação de um esquema da peça e do local de trabalho". (BARNES, 2008, p. 280).

De acordo com Barnes (2008), para a definição de um método que contemple a maior eficiência produtiva com o menor consumo de energia possível, deve-se definir os pontos a serem melhorados, pesquisar soluções possíveis, avaliar as alternativas e recomendar as ações. O que se objetiva é criar procedimentos que mais se assemelham com o método ideal.

Após ter encontrado o melhor método de produzir determinado produto, esse método deve ser padronizado. O mais comum é a divisão das operações em etapas distintas detalhando-as. A forma mais prática de realizar a padronização é fornecer para o operador a descrição detalhada da operação assim como as ferramentas utilizadas e o tempo padrão para cada execução.

Para determinar o tempo padrão, em todas as empresas analisadas por Barnes (2008), é necessário realizar uma cronoanálise utilizando como objeto de estudo um operador devidamente treinado, experiente e operando em ritmo normal de trabalho. Este ritmo normal de trabalho necessariamente deve ser avaliado pelo observador e dependendo dessa avaliação se faz necessário realizar o ajuste dos tempos cronometrados, adicionando tolerâncias que definem o ritmo utilizado pelo operador. Ao adicionar as tolerâncias de ritmo, os tempos cronometrados passam a ser chamados de tempo normais de operação. Logo outras tolerâncias devem ser adicionadas ao tempo normal devido às necessidades pessoais, fadiga e espera, objetivando no tempo padrão de produção.

Após ter definido o melhor método, ter padronizado o método encontrado, ter definido o tempo padrão para cada operação deve-se realizar o treinamento do operador. Pois não adianta realizar todos os estudos anteriores se os mesmos não forem postos em prática. Para a realização deste treinamento, gráficos, filmes e modelos podem ser utilizados.

2.4 O estudo dos tempos

Segundo Barnes (2008), iniciado Por Frederick Taylor em 1881, o estudo dos tempos é o estudo realizado para a determinação do tempo de execução de uma determinada operação.

O estudo do tempo é “uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições específicas e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho”. Essa técnica constitui-se de três etapas para obter o tempo básico (tempo que um operador qualificado leva para executar uma determinada operação) para os elementos de trabalho: observar e medir o tempo necessário para realizar cada elemento do trabalho, ajustar ou normalizar cada observador e calcular a média dos

tempos ajustados para obter o tempo básico para o elemento. (SLACK, 2009, p. 258).

De acordo com Taylor (1990), após seus longos anos de estudos, evidenciou os seguintes princípios que até hoje são muito discutidos por estudiosos:

- Desenvolver uma ciência que pudesse aplicar-se a cada fase do trabalho humano, em lugar dos velhos métodos rotineiros.
- Selecionar o melhor trabalhador para cada serviço, passando em seguida a ensiná-lo, treiná-lo e formá-lo, em lugar do antigo costume de deixar a ele que selecionasse o seu serviço e se formasse, da melhor maneira possível.
- Criar um espírito de profunda cooperação entre a direção e os trabalhadores, com o objetivo de que as atividades se desenvolvessem de acordo com os princípios da ciência aperfeiçoada.
- Dividir o trabalho de quase iguais processos entre a direção e os trabalhadores, devendo cada departamento atuar sobre aqueles trabalhos para os quais estivesse mais preparado, substituído dessa forma as antigas condições, nas quais quase todo o trabalho e a maior parte da responsabilidade recaíam sobre aqueles. (TAYLOR, 1990, p.17).

Além desses princípios, Taylor (1990), também propôs outras regras e normas que hoje são amplamente utilizadas nas indústrias que são:

- Para cada tipo de indústria, ou para cada processo, estudar e determinar a técnica mais conveniente.
- Analisar, metodicamente, o trabalho do operário, estudando e cronometrando os movimentos elementares.
- Transmitir, sistematicamente, instruções técnicas ao operário
- Selecionar, cientificamente, os operários. (TAYLOR, 1990, p.17).

Segundo Taylor (1990), para a execução do estudo dos tempos, alguns passos necessitam ser seguidos: obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo, divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método, observe e registre o tempo gasto pelo operador, determine o número de ciclos a serem cronometrados, avalie o ritmo do operador, verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos, determine as tolerâncias e determine o tempo padrão para a operação que é o tempo básico majorado das tolerâncias (concessões acrescentadas ao tempo básico a fim de permitir descanso, relaxamento e necessidades pessoais).

2.5 Número de ciclos a serem cronometrados

De acordo com Barnes (2008), mesmo que o operador trabalhe sem muitas variações no ritmo, é inevitável ocorrer variações entre um ciclo analisado e outro. Mesmo com todos os

equipamentos e ferramentas em excelentes condições de trabalho, com um operador devidamente treinado e qualificado e com as matérias-primas corretas seria praticamente impossível repetir o mesmo ritmo de operação.

O estudo de tempos é um processo de amostragem; conseqüentemente, quanto mais o número de ciclos cronometrado tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo. Consistência na leitura do cronômetro é de interesse primordial para o analista.

Quanto maior a variabilidade mais deverão ser os ciclos cronometrados para que se atinja uma boa precisão.

Neste tipo de experimento, normalmente são utilizados 95% como sendo o nível de confiança e 5% sendo como o erro relativo. Isso define que em 95% dos ciclos cronometrados, a média dos valores não diferirá em mais de 5% do valor real para cada operação. (BARNES, 2008, p.284).

Segundo Barnes (2008), para se definir o número de ciclo ideal a ser cronometrado, deve-se considerar a seguinte equação:

$$N = \left\{ \left[40 \sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)} \right] / \sum X \right\}^2 \quad (1)$$

Onde:

N= Número de ciclos cronometrados

$\sum X$ = Somatória das amostras

$\sum X^2$ = Somatória dos quadrados das amostras

2.6 Avaliação do Ritmo

De acordo com Barnes (2008), após ter realizado a cronoanálise e registrado todos os valores encontrados o próximo passo é calcular o tempo para cada operação. Esse cálculo poderá ser feito de duas maneiras diferentes, ou pela média aritmética ou pelo método modal. A determinação do tempo para a operação pela média aritmética é, atualmente, o método mais utilizado pelas organizações devido a praticidade. O método modal é aquele onde o tempo de maior freqüência é adotado como o tempo para a realização da operação.

2.7 Determinação do ritmo

Segundo Barnes (2008), a fase crítica do estudo de tempos e talvez a mais importante seja a determinação do ritmo de trabalho, pois o analista deve avaliar a velocidade do

operador enquanto ele executa a operação. Neste caso a avaliação depende exclusivamente do observador, pois ele deve comparar o ritmo de trabalho do operador com o ritmo que o ele considera normal. Não existe outra forma de se definir um tempo padrão a não ser pelo julgamento do analista.

O sistema mais utilizado para a avaliação do ritmo é o sistema de desempenho do ritmo. Neste sistema o fator de ritmo é expresso em porcentagem. Sabendo que cada indivíduo trabalha em uma velocidade diferente, caberá ao observador a tarefa de identificar o ritmo de trabalho.

Como os resultados das amostras coletadas na cronoanálise não definem o ritmo que o trabalhador executou a operação, o estabelecimento de um padrão como base para avaliação do ritmo é de suma importância para a definição da velocidade normal ou igual a 100%.

Para o estabelecimento desses padrões, filmes que focalizem a operação e o cronômetro podem ser utilizados para a definição do ritmo normal, acima do normal ou abaixo do normal. Para a realização dessa filmagem, operadores experientes devem ser utilizados, variando as velocidades de produção, para mais e para menos da velocidade normal.

2.8 Aplicação do ritmo

Segundo Slack, Chambers e Johnnton (2008), para se obter o tempo normal de execução, é necessário se aplicar o fator ritmo ao tempo cronometrado. Por exemplo, se um operador executa determinada operação com 0,7 de minuto e o observador após analisar a velocidade de execução definiu que esta tarefa necessita de 10% a mais de tempo para ser executada normalmente o tempo normal se tornará 0,77 de minuto e não mais o tempo cronoanalisado de 0,7 de minuto.

2.9 Determinação das tolerâncias e do Tempo Padrão

Tolerâncias são acréscimos feitos ao tempo básico para dar ao trabalhador a oportunidade de recuperar-se de efeitos fisiológicos ou psicológicos resultantes da execução de trabalho específico sob condições específicas, e para permitir entendimento de necessidades pessoais. O montante da tolerância dependerá da natureza do trabalho. A forma como o cálculo da tolerância para descanso é feito e os valores exatos das tolerâncias dadas para cada fato que determina a extensão da tolerância variam entre diferentes organizações. (SLACK, CHAMBERS e JOHNNTON, 2008, p.260).

Barnes (2008) afirma que, após a determinação do tempo normal, faz-se necessária a inserção de tolerâncias, pois não há de se esperar que um operador trabalhe o dia todo sem parar por motivos comuns como, necessidades pessoais, descansar e por outros motivos fora de controle. As tolerâncias para essas interrupções podem ser classificadas em tolerância pessoal, por fadiga ou tolerância de espera.

Ao se adicionar as tolerâncias no tempo normal, obtém-se o tempo padrão.

As tolerâncias mais comuns de serem aplicadas ao tempo normal são as tolerâncias pessoais, as tolerâncias por fadiga e as tolerâncias para espera.

A tolerância pessoal são aquelas reservadas para satisfazerem as necessidades pessoais do operador. No trabalho comum de oito horas diárias, o trabalhador utilizará de 2 a 5% do tempo trabalhado.

A tolerância para a fadiga são períodos de descanso organizados durante os quais os colaboradores não podem trabalhar. Porém na grande maioria dos trabalhos, a fadiga tem conseqüências quase insignificantes inviabilizando a sua utilização.

A tolerância para espera são aquelas inevitáveis causadas por ocorrências extraordinárias como, por exemplo, parada de máquina ou alguma força externa. Essa tolerância só é aplicada onde o número de ocorrências de parada de máquina não é controlado.

Por exemplo, se 0,7 de minuto fosse o tempo cronometrado pelo observador e se fosse avaliado o ritmo de trabalho como de 110% o tempo normal seria de 0,77 de minuto. Ao se somar a tolerância pessoal de 5% ao tempo normal resultará em 0,8085 de minuto o tempo padrão.

2.10 Balanceamento de linha

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2008), o balanceamento de linha é feito para regular a linha as necessidades demandadas, otimizando as operações, buscando a unificação dos tempos ciclos de cada operação. O objetivo do balanceamento de linha é garantir a maior eficiência produtiva possível eliminando os tempos de ociosidade entre uma etapa e outra.

O primeiro passo, para começar a analisar o balanceamento de linha, é a definição do número de estágios do processo, ou seja, o número de operações necessárias para a execução de um produto.

Obrigatoriamente, em uma produção onde existem vários estágios, o estágio que tem o ciclo mais elevado é o que determina o ritmo da produção, ou seja, em um processo onde

existem varias etapas para a produção, a etapa em que for dispensado mais tempo para execução é que vai determinar a velocidade da produção.

2.11 Melhoria Contínua

De acordo com Brailes (2005), o *Kaizen* é uma ferramenta desenvolvida pelos japoneses que significa Melhoria Contínua. O *Kaizen* é baseado na eliminação dos desperdícios, buscando a máxima qualidade, a máxima produtividade e a melhoria das condições de trabalho do homem.

O método *Kaizen* é, além de um processo de melhoria contínua, a perseguição das condições ideais de trabalho, onde a criatividade dos operadores é de suma importância, embora o objetivo possa nunca ser alcançado. Os elementos fundamentais são: trabalhar em equipe, disciplina pessoal, constantes sugestões de melhorias, eliminação de desperdícios, *Kaizen* deve tornar o trabalho mais fácil para as pessoas.

Como é possível aprender com a repetibilidade, a cada vez que uma tarefa se repete, a mesma deverá ser feita com menor tempo e melhor qualidade. Esse é o princípio do *Kaizen*.

2.12 Takt-Time

De acordo com Queirós (2011), *Takt-Time* significa ritmo de produção. O *Takt-time* é definido como sendo a razão entre o tempo hábil de produção e a demanda, ou seja, é o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Em situações reais, os tempos de parada programada devem ser desconsiderados no cálculo do tempo *Takt*.

Em uma célula produtiva, a cada intervalo de tempo determinado pelo *Takt*, uma peça deve ser produzida. Por exemplo: para uma linha de montagem de liquidificadores com uma demanda diária de 200 peças e tempo disponível para a produção de 10 horas, ou seja, 600 minutos, o tempo *Takt* em questão seria de 3 minutos por peça.

2.13 Forjamento

Segundo Chiaverini (1986), o forjamento é o nome que se dá a conformação mecânica realizada por compressão a qual o material admite a forma da ferramenta ou matriz. Isso acontece devido à grande deformação plástica que ocorre durante o forjamento.

Existem três tipos de forjamento: o forjamento a frio, a morno e a quente. Essa classificação varia de acordo com a temperatura à qual o forjamento é realizado.

O forjamento a frio é realizado em temperaturas inferiores a temperatura de recristalização do material (a menor temperatura que a estrutura do metal após ser conformado a frio é reestruturada por uma nova estrutura, sem a presença de tensões mecânicas, após ser exposta a essas temperaturas). Essa temperatura varia de acordo com o tipo material. Bem dizendo, o trabalho a frio é realizado em temperaturas próximas a temperatura ambiente ou pouco superior. O trabalho a frio é acompanhado de deformações na microestrutura do material, conhecido por encruamento, aumentando a dureza e reduzindo a ductilidade. Neste tipo de forjamento, é necessário ressaltar a inexistência de excesso de material (rebarba).

O forjamento é o processo de conformação mecânica, a morno, mais difundido. O forjamento a morno acontece em temperaturas inferiores ao ponto de recristalização do material, porém em temperaturas onde ocorre o processo de recuperação (reestruturação das características físicas modificadas com a conformação, aliviando as tensões sem modificar a microestrutura do material). Quando comparado com o forjamento a quente, o forjamento a morno admite peças com melhor acabamento superficial e precisão dimensional. Uma das desvantagens é que para a realização deste tipo de forjamento os equipamentos necessitam ser mais potentes quando comparados com o forjamento a quente.

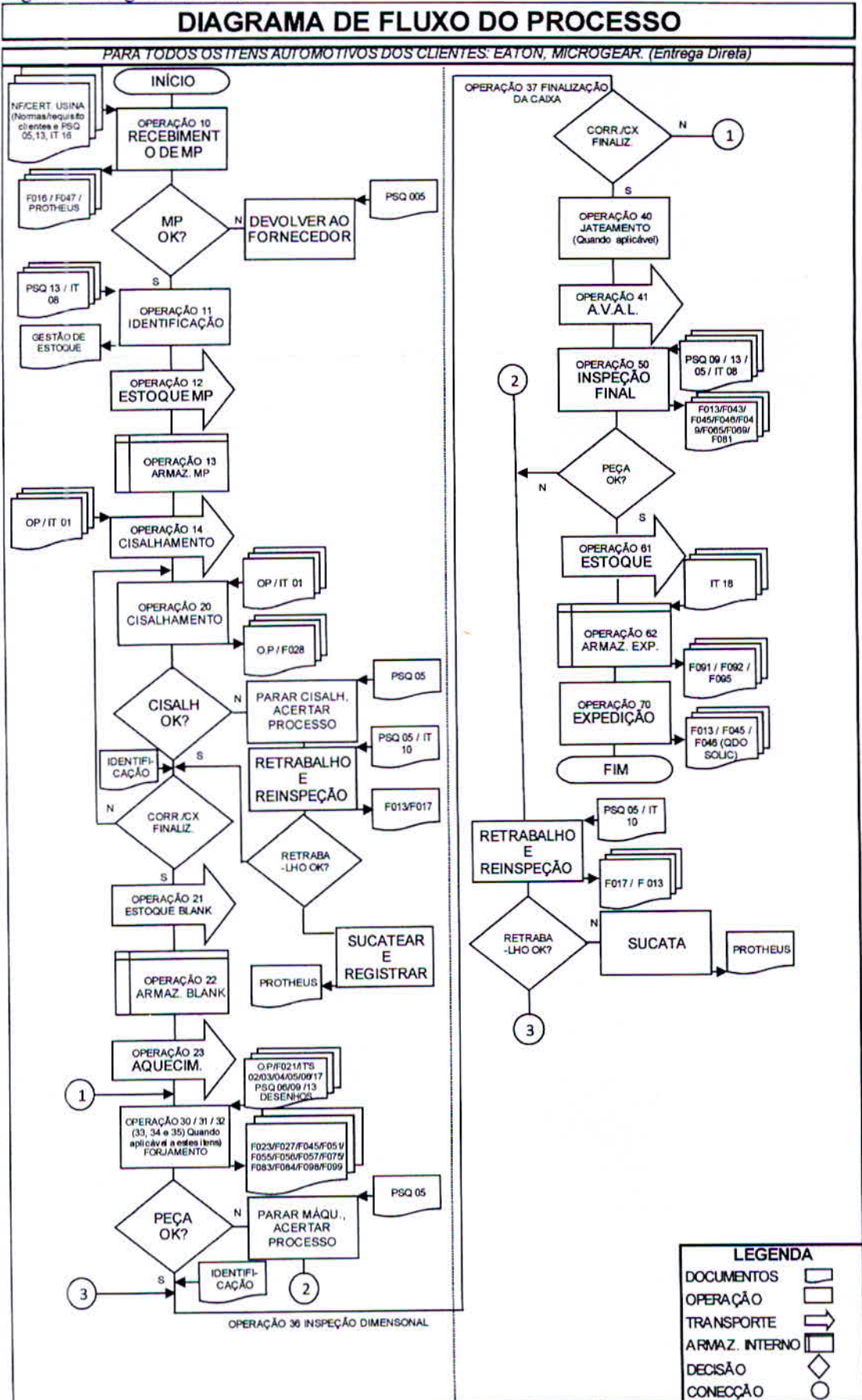
De acordo com Chiaverini (1986), dentre os três tipos de forjamento, atualmente o forjamento a quente é o mais empregado na indústria do ramo. Este tipo de trabalho além de requerer menor quantidade de energia para a conformação do material é o tipo que oferece menor surgimento de discordâncias microestruturais. Este tipo de trabalho é realizado em temperaturas acima do ponto de recristalização do material. Uma das desvantagens do forjamento a quente é o excesso de material (rebarba) que além de aumentar os custos de matéria-prima aumenta os custos de operações.

3 PROCESSOS ESTUDADOS

O estudo de caso foi realizado em uma empresa metalúrgica do ramo de forjaria situada no Sul do estado de Minas Gerais.

O forjamento a quente é o processo predominante na empresa estudada. Alguns processos são indispensáveis para que aconteça o forjamento a quente como, por exemplo, o corte da matéria-prima em dimensões pré-determinadas (*blanks*), aquecimento dos *blanks*, conformação mecânica e rebarbação. Segue conforme figura o fluxograma de processos da empresa estudada, que contem os processos estudados.

Figura 2 – Diagrama de Fluxo

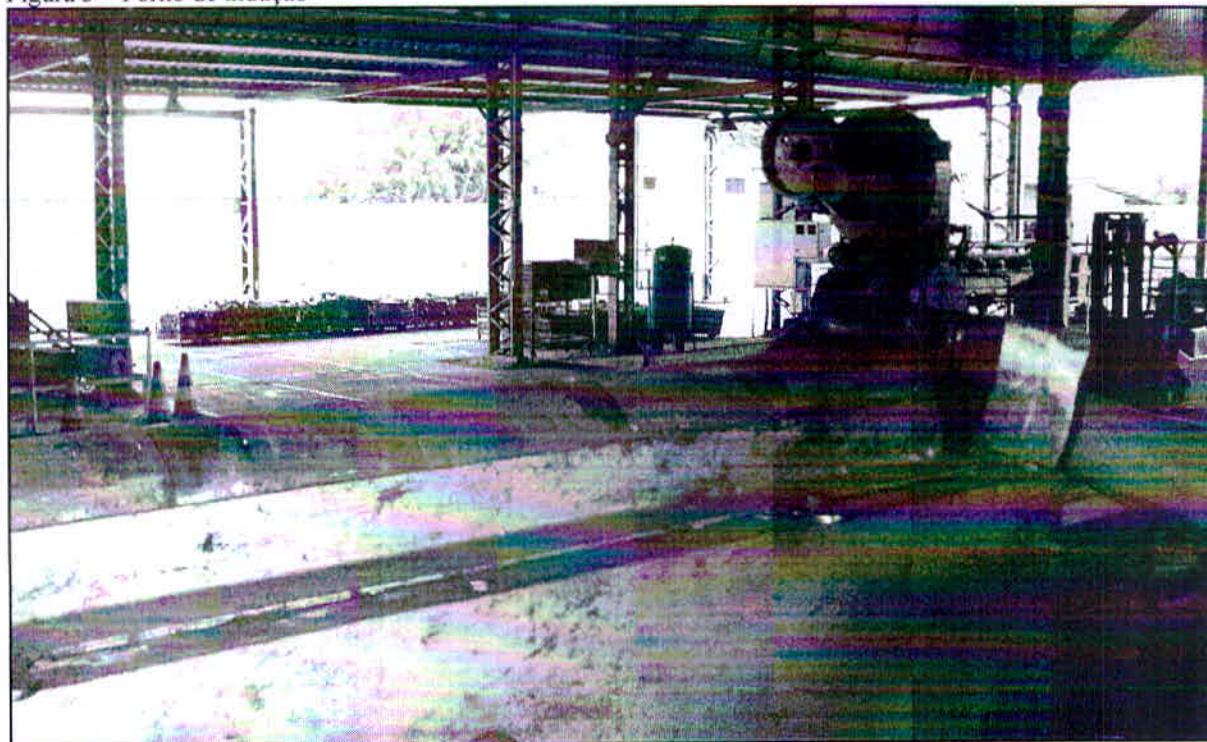


Fonte: O autor.

3.1 Processos escolhidos para o estudo

O *blank* (material cortado em tamanho pré-determinado) é inserido manualmente na entrada do forno como mostra a figura 3.

Figura 3 – Forno de indução



Fonte: O autor

O *blank* percorre todo o forno de indução devido a um impulsionador que faz com que o material caminhe com velocidade constante. Periodicamente, um *blank* é expelido pelo forno de indução com a temperatura pré-determinada, a qual é controlada através de um termômetro óptico conhecido por pirômetro. Figura 4.

Figura 4 – Medição de temperatura

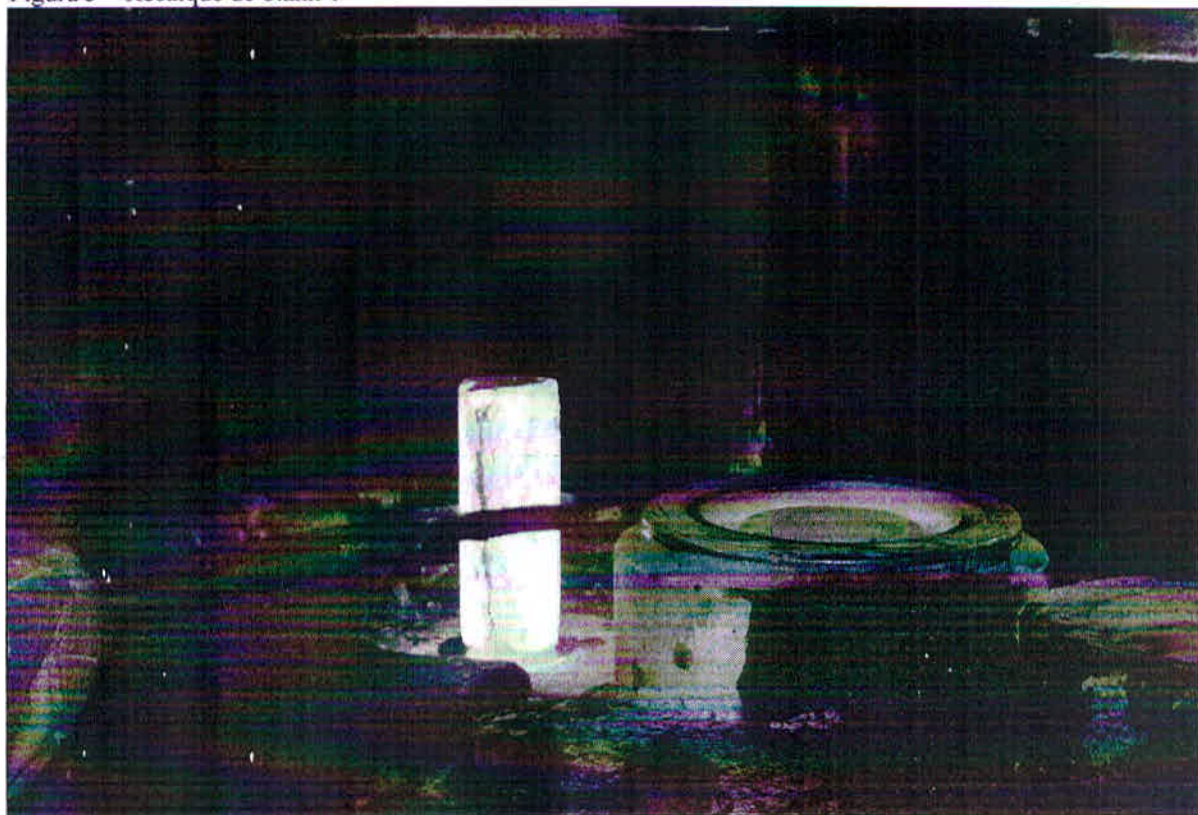


Fonte: O autor.

Após o aquecimento, para que o *blank* atinja o perfil da peça acabada, na grande maioria das peças forjadas, são necessárias três etapas para que o trabalho seja realizado. As etapas necessárias são: Recalque, pré-forjamento e forjamento final.

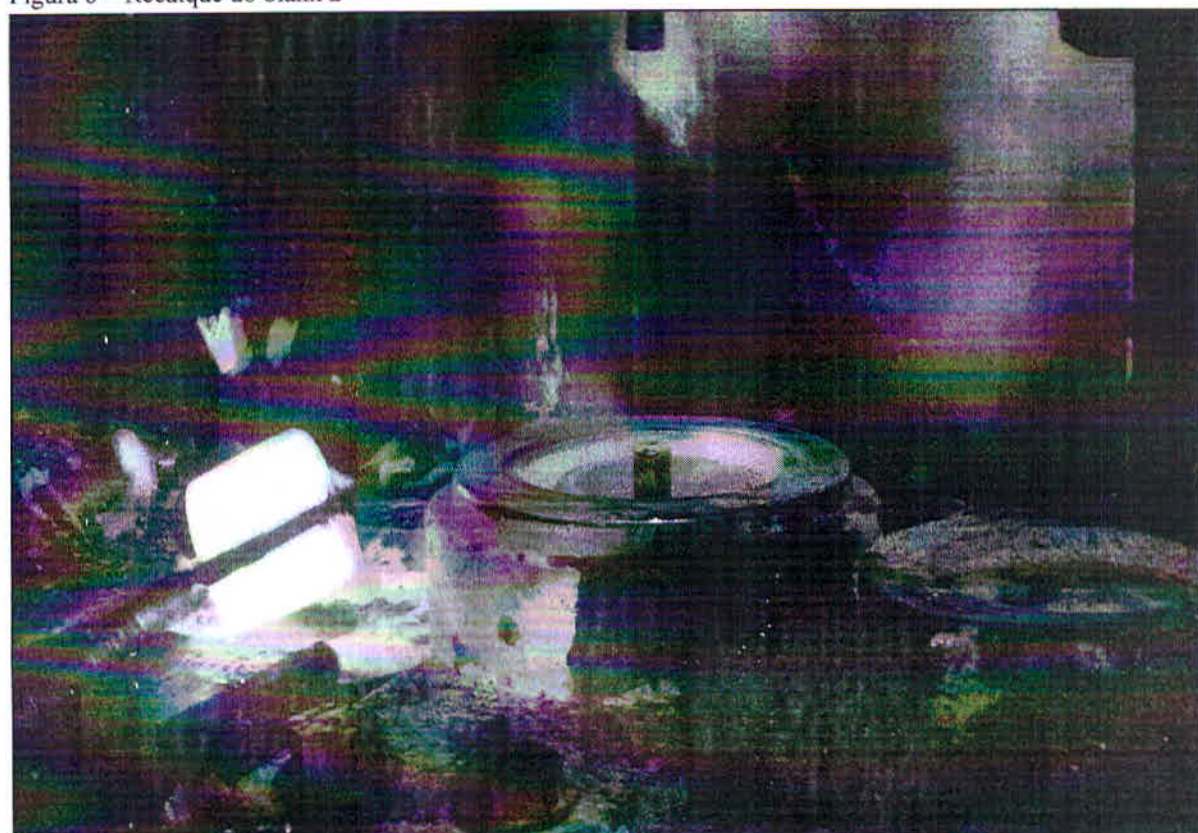
Durante a primeira etapa, o material é recalcado de acordo com os requisitos pré-determinados pelo setor de engenharia de produtos. O recalque é necessário a fim de eliminar a alta quantidade de carepas (casas originárias do aquecimento do material) e preparar o material para que ele seja pré-conformado. Conforme figura 5:

Figura 5 – Recalque de blank 1



Fonte: O autor.

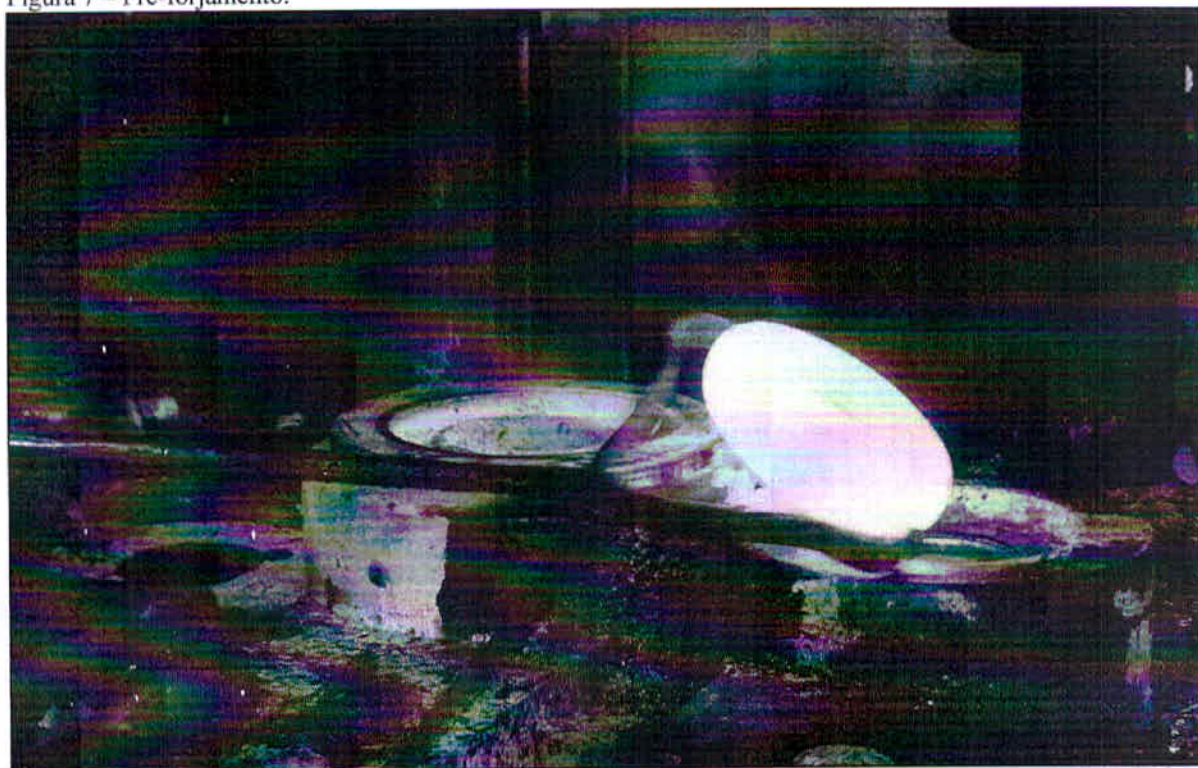
Figura 6 – Recalque do blank 2



Fonte: O autor.

Após o recalque, a matéria-prima é submetida à etapa de pré-forja. Para que seja realizado o pré-forjamento o material recalcado é movimentado pelo operador, com um equipamento conhecido por tenaz até o centro da matriz de pré-forja, a prensa é acionada para que seja realizada a conformação de acordo com o perfil da ferramenta, o qual se assemelha com o perfil da matriz acabadora. Conforme figura 7:

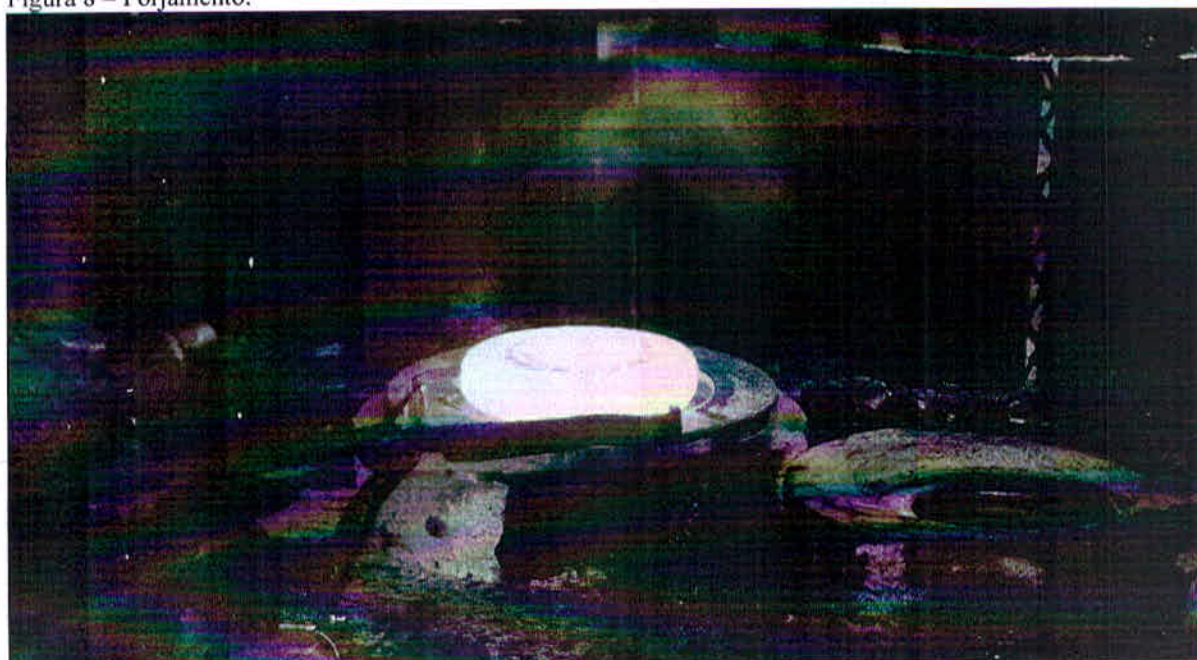
Figura 7 – Pré-forjamento.



Fonte: O autor.

Após a realização do pré-forjamento, o material está pronto para receber a última etapa do forjamento que é o acabamento final. Para que seja realizado o acabamento final, o material é movimentado pelo operador da matriz de pré-forja até o centro da matriz acabadora, logo a prensa é acionada. Figura 8.

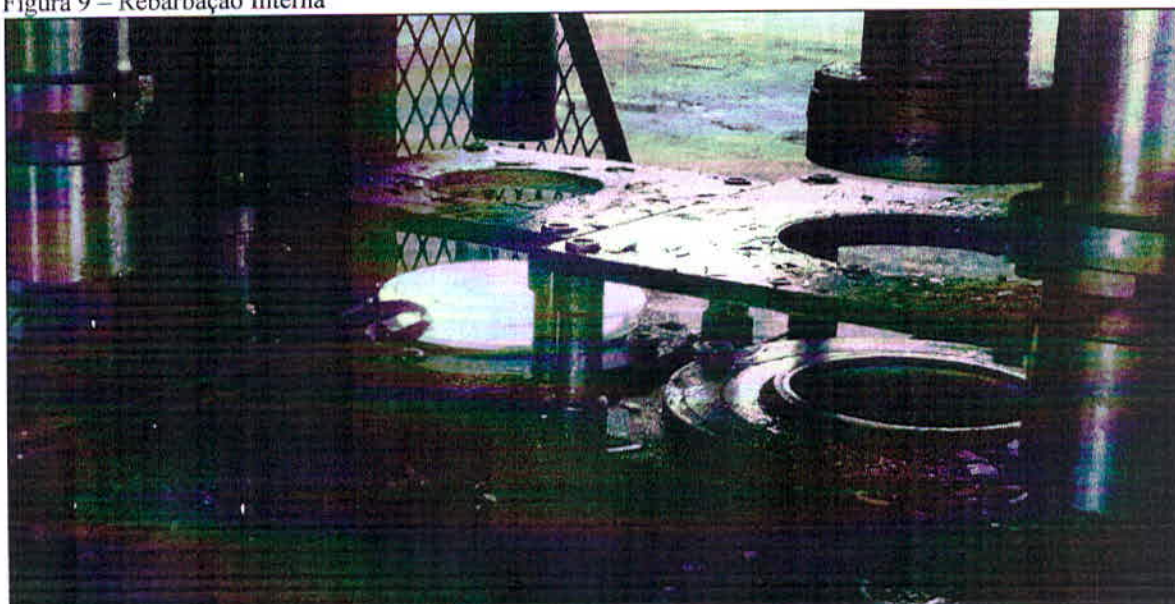
Figura 8 – Forjamento.



Fonte: O autor.

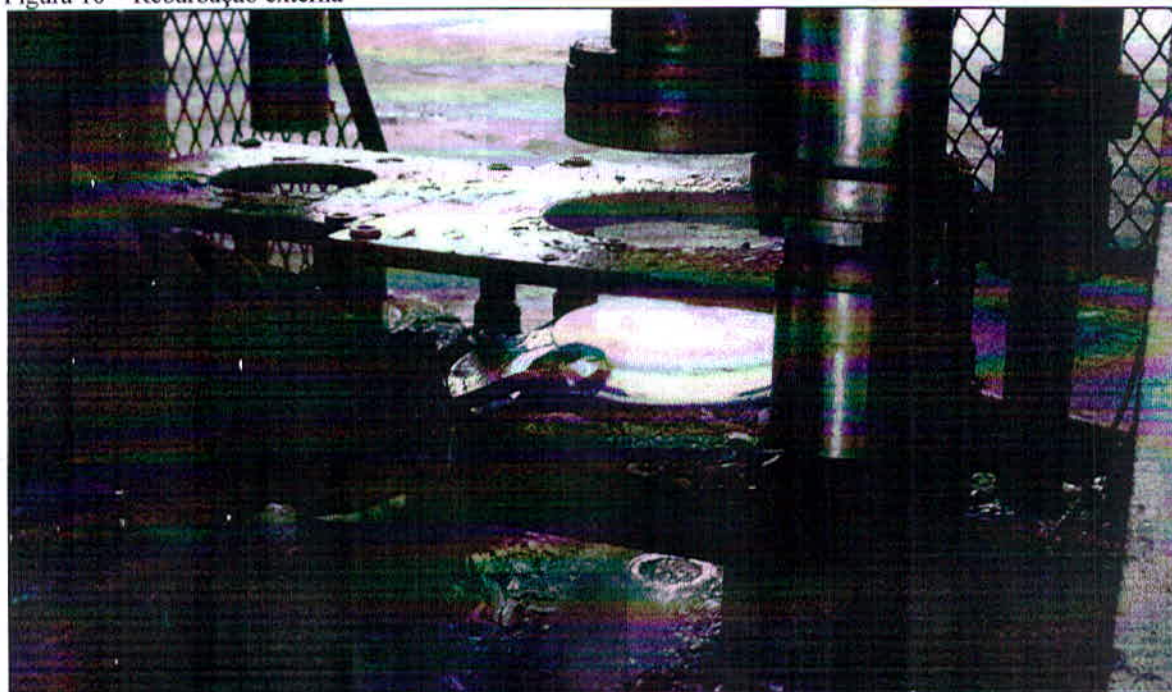
Neste terceiro e último processo analisado, devido o peso de corte do blank ser superior ao peso líquido do produto acabado, após o forjamento na matriz acabadora, é necessário realizar a rebarbação externa (remoção dos excessos de material) e a furação interna da grande maioria dos produtos forjados. Para que a etapa de rebarbação seja executada, a peça semi-pronta é impulsionada, pelo operador, a deslizar por uma calha até chegar à prensa de rebarbar. Conforme figuras:

Figura 9 – Rebarbação Interna



Fonte: O autor.

Figura 10 – Rebarbação externa



Fonte: O autor.

Após ser aquecida, forjada e rebarbada a peça segue seu fluxo normal de acordo com o fluxograma de processo. Figura 2.

4 AVALIAÇÃO DO CASO

Os dados apresentados são dados reais, majorados, a fim de manter a confidencialidade das informações da empresa na qual a pesquisa foi realizada.

A linha de produtos da empresa é, quase na sua totalidade, composta por peças forjadas que após serem usinadas irão compor as caixas de câmbios de carros e caminhões.

Antes da padronização dos processos produtivos, a alocação dos colaboradores era feita de acordo com as necessidades, os equipamentos utilizados não eram pré-determinados e os tempos ciclos de produção não eram constantes. Neste contexto, surgiu a necessidade de se desenvolver uma ferramenta de trabalho em que fosse definido os recursos tecnológicos disponíveis e a forma com que eles deveriam ser utilizados, qual tarefa seria aplicada a cada pessoa, o melhor método para desempenhar determinada operação e o tempo que um operador necessita para a execução da tarefa.

O método de administração da produção que mais se adequou as necessidades da empresa foi o Trabalho Padronizado, pois nesta ferramenta contém o método de fabricação, a mão-de-obra, os equipamentos utilizados e o tempo ciclo para a execução de cada tarefa.

4.1 Etapas do desenvolvimento

A primeira etapa do desenvolvimento de qualquer projeto deve ser o planejamento do mesmo. O planejamento foi realizado e todas as necessidades para a implantação do Trabalho Padronizado foram identificadas, dentre elas foram evidenciadas as necessidades de se definir a equipe de trabalho que será estudada, os processos que serão avaliados, os equipamentos que serão utilizados na pesquisa, o melhor método de trabalho, o tempo ciclo padrão para execução da tarefa e o lote mínimo para manter a produção trabalhando sem interrupções.

A próxima etapa para o desenvolvimento do Trabalho Padronizado foi selecionar quais os processos da organização seriam contemplados pelo estudo. No projeto de pesquisa em questão, os processos escolhidos foram o aquecimento da matéria-prima, o forjamento e a rebarbação do produto final. Estes foram escolhidos devido os mesmos serem considerados como processos críticos na empresa, por serem os processos onde se concentram maiores dificuldades.

Após serem selecionados os processos que seriam contemplados pelo estudo, foi necessário realizar a seleção dos colaboradores que seriam avaliados. Esta seleção foi feita atendendo alguns critérios pré-estabelecidos que foram: os operários escolhidos devem estar

devidamente treinados, devem ser experientes e os operários escolhidos tem que ter um ritmo considerado pelo observador como ideal, que é aquele conhecido por ritmo normal de trabalho.

Após a seleção dos operários, foi necessário realizar o estudo dos métodos de trabalho possíveis para se produzir o item escolhido. Para isso foi desenvolvido, juntamente com a engenharia de processos, a melhor maneira de se produzir, teoricamente. Esses métodos definidos foram divididos em várias etapas para que fosse feito uma cronoanálise mais detalhada de cada uma delas.

Quadro 1 – Métodos de trabalho

Nº	ELEMENTOS	ETAPA	OPERADOR
1	Aquecer material	Aquecer	Robson Jr.
2	deslizamento do material na calha	NA	NA
3	transpostar blank e recalcar	Forjar	José Natal
4	transportar blank recalcado e pre-forjar		
5	transportar pré-forjado e forjar		
6	transportar forjado para a rebarbação		
7	lubrificar a ferramenta		
8	deslizamento da peça na calha	NA	NA
9	transportar peça para o apoio de furar	Rebarb. 1	Jairo Dias
10	furar a peça		
11	transportar peça para o anel e rebarbar		
12	empurrar rebarba e pegar a peça	Rebarb. 2	José Alves
13	transportar peça para a caixa		
14	retornar ao posto de trabalho		

Fonte: O autor.

Após serem desenvolvidos os métodos de trabalho, os equipamentos que seriam utilizados também foram definidos e padronizados pela engenharia de processos juntamente com a engenharia de produtos. Os equipamentos que foram definidos já eram usuais, não havendo a necessidade de treinamento dos operadores.

Quadro 2 – Equipamentos utilizados

Nº	ELEMENTOS	ETAPA	OPERADOR	Equipamento
1	Aquecer material	Aquecer	Robson Jr.	Forno de ind.
2	deslizamento do material na calha	NA	NA	Calha 1
3	transpostar blank e recalcar	Forjar	José Natal	Prensa de forjar
4	transportar blank recalcado e pre-forjar			
5	transportar pré-forjado e forjar			
6	transportar forjado para a rebarbação			
7	lubrificar a ferramenta			
8	deslizamento da peça na calha	NA	NA	Calha 2
9	transportar peça para o apoio de furar	Rebarb. 1	Jairo Dias	Prensa de reb.
10	furar a peça			
11	transportar peça para o anel e rebarbar			
12	empurrar rebarba e pegar a peça	Rebarb. 2	José Alves	Prensa de reb.
13	transportar peça para a caixa			
14	retornar ao posto de trabalho			

Fonte: O autor.

Após o desenvolvimento teórico do melhor método de processamento e os equipamentos que seriam utilizados, a produção foi iniciada a fim de confirmar a eficácia dos métodos escolhidos e começar os trabalhos de estudos dos tempos previamente definidos pela engenharia de processos.

A análise de tempos foi iniciada cronometrando e registrando quinze ciclos de cada operação em uma ficha conhecida como folha de observações. Nesta folha de observações deve constar o processo e o tempo ciclo para a realização do mesmo. Logo que as amostras foram coletadas, foi possível realizar o cálculo do número de ciclos ideais, que deveriam ser cronometrados, para que o erro relativo pudesse ser menor que 5%.

Quadro 3 - Cronometragens

FOLHA DE OBSERVAÇÕES																	
Depart.: Forjaria		Data: 05/09/12															
Observador: Gustavo Cainelli		Operações: Aquecimento, forjamento e rebarbação															
Nº ELEMENTOS	ETAPA	Amostras em segundos															
1	Aquecer material	Aquecer	21,0	19,0	20,0	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	17,0	20,0	18,0	19,0	18,0	21,0	17,0
2	deslizamento do material na calha	NA	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2
3	transportar blank e recalcar	Forjar	4,6	4,5	4,8	4,6	6	5,1	5,4	5,2	5,5	6,1	5,2	5,1	6,1	4,6	4,8
4	transportar blank recalçado e pré-forjar		3,8	3,7	4,2	4,2	4,5	4,2	4,2	3,8	3,6	3,2	3,9	4,2	3,2	4,2	4,2
5	transportar pré-forjado e forjar		4,2	3,5	4,7	3,4	4	3,6	3,8	4,1	4,3	3,6	3,9	3,6	3,6	3,4	4,7
6	transportar forjado para a rebarbação		1,6	1,8	1,8	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	1,7	1,4	2	2	1,8
7	lubrificar a ferramenta	NA	3,3	3,2	3,4	3,5	3,7	3,6	2,6	3,4	3,2	3,2	3,3	3,6	3,2	3,5	3,4
8	deslizamento da peça na calha		1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6	2	1,4	1,8	1,4
9	transportar peça para o apoio de furar	Rebarb. 1	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2	3,3
10	furar a peça		2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	2,5	2,5
11	transportar peça para o anel e rebarbar	Rebarb. 2	5,9	5,2	4,3	5,5	6	5,6	4,9	5,4	5,7	5,4	5,3	5,6	4,8	5,5	5,4
12	empurrar rebarba e pegar a peça		3,8	5,7	3,9	4	3,9	4,3	4,1	3,8	4,5	4	4,2	4,3	3,7	4	3,9
13	transportar peça para a caixa		3,2	3,3	3,3	3,5	2,7	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,5	3,3
14	retornar ao posto de trabalho		2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,4	3	2,4	2,6	2,7	2,4	2,7	2,6

Fonte: O autor.

Para a realização do cálculo, foram utilizados os tempos que evidenciaram a maior variabilidade, que no caso dos processos estudados, foi o processo um, aquecer o material.

Utilizando a fórmula 1, temos:

$$N = \left\{ \frac{40 \sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)} }{\sum X} \right\}^2 \quad (1)$$

$$N = \left\{ \frac{40 \sqrt{(15 \cdot 5365 - 283^2)}}{283} \right\}^2 = 7,8 \text{ vezes.}$$

Logo, como o cálculo do número de amostras resultou em 7,8 vezes, foram utilizadas 10 amostras a fim de realizar o arredondamento aumentando a confiabilidade.

Após essa coleta dos ciclos, foi calculada a média aritmética entre os tempos cronometrados, a fim de se determinar o tempo médio de produção. Nesse tempo médio, não está incluído o fator de ritmo do operador e nem as tolerâncias para as necessidades pessoais.

Quadro 4 – Tempo médio

FOLHA DE OBSERVAÇÕES												tempo médio
Depart.: Forjaria						Data: 05/09/12						
Observador: Gustavo Cainelli						Operações: Aquecimento, forjamento e rebarbação						
Nº	ELEMENTOS	Amostras em segundos										
1	Aquecer material	21,0	19,0	20,0	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	17,0	20,0	18,9
2	deslizamento do material na calha	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
3	transpostar blank e recalcar	4,6	4,5	4,8	4,6	6	5,1	5,4	5,2	5,5	6,1	5,2
4	transportar blank recalçado e pre-forjar	3,8	3,7	4,2	4,2	4,5	4,2	4,2	3,8	3,6	3,2	3,9
5	transportar pré-forjado e forjar	4,2	3,5	4,7	3,4	4	3,6	3,8	4,1	4,3	3,6	3,9
6	transportar forjado para a rebarbação	1,6	1,8	1,8	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	1,7
7	lubrificar a ferramenta	3,3	3,2	3,4	3,5	3,7	3,6	2,6	3,4	3,2	3,2	3,3
8	deslizamento da peça na calha	1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6
9	transportar peça para o apoio de furar	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3
10	furar a peça	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
11	transportar peça para o anel e rebarbar	5,9	5,2	4,3	5,5	6	5,6	4,9	5,4	5,7	5,4	5,4
12	empurrar rebarba e pegar a peça	3,8	5,7	3,9	4	3,9	4,3	4,1	3,8	4,5	4	4,1
13	transportar peça para a caixa	3,2	3,3	3,3	3,5	2,7	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,2
14	retornar ao posto de trabalho	2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,4	3	2,4	2,6

Fonte: O autor.

Logo que encontrado o tempo médio de produção, como já foi relatado, foi necessário realizar a inclusão do ritmo de produção no tempo médio a fim de se determinar o tempo normal de produção.

Quadro 5 – Tempo normal

FOLHA DE OBSERVAÇÕES												tempo médio	avaliação do ritmo	tempo normal
Depart.: Forjaria						Data: 05/09/12								
Observador: Gustavo Cainelli						Operações: Aquecimento, forjamento e rebarbação								
Nº	ELEMENTOS	Amostras em segundos												
1	Aquecer material	21,0	19,0	20,0	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	17,0	20,0	18,9	90%	17,0
2	deslizamento do material na calha	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	100%	1,2
3	transpostar blank e recalcar	4,6	4,5	4,8	4,6	6	5,1	5,4	5,2	5,5	6,1	5,2	100%	5,2
4	transportar blank recalçado e pre-forjar	3,8	3,7	4,2	4,2	4,5	4,2	4,2	3,8	3,6	3,2	3,9	100%	3,9
5	transportar pré-forjado e forjar	4,2	3,5	4,7	3,4	4	3,6	3,8	4,1	4,3	3,6	3,9	100%	3,9
6	transportar forjado para a rebarbação	1,6	1,8	1,8	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	1,7	100%	1,7
7	lubrificar a ferramenta	3,3	3,2	3,4	3,5	3,7	3,6	2,6	3,4	3,2	3,2	3,3	100%	3,3
8	deslizamento da peça na calha	1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6	100%	1,6
9	transportar peça para o apoio de furar	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3	80%	2,6
10	furar a peça	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	80%	1,9
11	transportar peça para o anel e rebarbar	5,9	5,2	4,3	5,5	6	5,6	4,9	5,4	5,7	5,4	5,4	80%	4,3
12	empurrar rebarba e pegar a peça	3,8	5,7	3,9	4	3,9	4,3	4,1	3,8	4,5	4	4,1	80%	3,3
13	transportar peça para a caixa	3,2	3,3	3,3	3,5	2,7	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,2	80%	2,6
14	retornar ao posto de trabalho	2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,4	3	2,4	2,6	80%	2,1

Fonte: O autor.

Após calcular o tempo médio de produção, as tolerâncias para as necessidades pessoais do colaborador foram acrescentadas ao tempo médio, gerando assim, o tempo padrão de cada operação. Esse tempo padrão é de suma importância para o desenvolvimento do trabalho, pois é o somatório dos tempos padrão de cada operação que resultará no ciclo produtivo ideal do operador.

No caso da empresa estudada a única tolerância que se aplica é a tolerância pessoal, pois essa tolerância é inevitável. De acordo com testes realizados pelo médico do trabalho as tolerâncias para a fadiga não são aplicadas devido às condições de trabalho dos operadores serem ergonomicamente favoráveis e os operadores já possuem tempo para descanso definidos. Também não são aplicadas as tolerâncias para espera, devido o número de ocorrências de paradas de máquina ser controlado.

Quadro 6 – Tempo Padrão

FOLHA DE OBSERVAÇÕES											tempo médio	avaliação do ritmo	tempo normal	Tolerância pessoal	Tempo padrão	Ciclo padrão/ oper.	
Depart.: Forjaria		Data: 05/09/12															
Observador: Gustavo Cainelli		Operações: Aquecimento, forjamento e rebarbação															
Nº ELEMENTOS	Amostras em segundos																
1	Aquecer material	21,0	19,0	20,0	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	17,0	20,0	18,9	90%	17,0	5%	17,8	17,8
2	deslizamento do material na calha	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	100%	1,2	5%	1,3	1,3
3	transportar blank e recalcar	4,6	4,5	4,8	4,6	6	5,1	5,4	5,2	5,5	6,1	5,2	100%	5,2	5%	5,4	
4	transportar blank recalçado e pre-forjar	3,8	3,7	4,2	4,2	4,5	4,2	4,2	3,8	3,6	3,2	3,9	100%	3,9	5%	4,1	
5	transportar pré-forjado e forjar	4,2	3,5	4,7	3,4	4	3,6	3,8	4,1	4,3	3,6	3,9	100%	3,9	5%	4,1	19,0
6	transportar forjado para a rebarbação	1,6	1,8	1,8	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	1,7	100%	1,7	5%	1,8	
7	lubrificar a ferramenta	3,3	3,2	3,4	3,5	3,7	3,6	2,6	3,4	3,2	3,2	3,3	100%	3,3	5%	3,5	
8	deslizamento da peça na calha	1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6	100%	1,6	5%	1,7	1,7
9	transportar peça para o apoio de furar	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3	80%	2,6	5%	2,8	
10	furar a peça	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	80%	1,9	5%	2,0	9,2
11	transportar peça para o anel e rebarbar	5,9	5,2	4,3	5,5	6	5,6	4,9	5,4	5,7	5,4	5,4	80%	4,3	5%	4,5	
12	empurrar rebarba e pegar a peça	3,8	5,7	3,9	4	3,9	4,3	4,1	3,8	4,5	4	4,1	80%	3,3	5%	3,5	
13	transportar peça para a caixa	3,2	3,3	3,3	3,5	2,7	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,2	80%	2,6	5%	2,7	8,4
14	retornar ao posto de trabalho	2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,4	3	2,4	2,6	80%	2,1	5%	2,2	

Fonte: O autor.

Após calcular o tempo padrão, foi necessário determinar o lote mínimo que seria necessário para manter a produção trabalhando sem interrupções. Essa definição foi feita de forma experimental contando o número de peças necessárias na linha de produção.

Quadro 7 – Lote mínimo

FOLHA DE OBSERVAÇÕES											tempo médio	avaliação do ritmo	tempo normal	Tolerância pessoal	Tempo padrão	Ciclo padrão/ oper.	Lote mínimo	
Depart.: Forjaria		Data: 05/09/12																
Observador: Gustavo Cainelli		Operações: Aquecimento, forjamento e rebarbação																
Nº	ELEMENTOS	Amostras em segundos																
1	Aquecer material	21,0	19,0	20,0	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	17,0	20,0	18,9	90%	17,0	5%	17,8	17,8	28
2	deslizamento do material na calha	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	100%	1,2	5%	1,3	1,3	0
3	transportar blank e recalcar	4,6	4,5	4,8	4,6	6	5,1	5,4	5,2	5,5	6,1	5,2	100%	5,2	5%	5,4		
4	transportar blank recalçado e pre-forjar	3,8	3,7	4,2	4,2	4,5	4,2	4,2	3,8	3,6	3,2	3,9	100%	3,9	5%	4,1		
5	transportar pré-forjado e forjar	4,2	3,5	4,7	3,4	4	3,6	3,8	4,1	4,3	3,6	3,9	100%	3,9	5%	4,1	19,0	1
6	transportar forjado para a rebarbação	1,6	1,8	1,8	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	1,7	100%	1,7	5%	1,8		
7	lubrificar a ferramenta	3,3	3,2	3,4	3,5	3,7	3,6	2,6	3,4	3,2	3,2	3,3	100%	3,3	5%	3,5		
8	deslizamento da peça na calha	1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6	100%	1,6	5%	1,7	1,7	0
9	transportar peça para o apoio de furar	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3	80%	2,6	5%	2,8		
10	furar a peça	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	80%	1,9	5%	2,0	9,2	1
11	transportar peça para o anel e rebarbar	5,9	5,2	4,3	5,5	6	5,6	4,9	5,4	5,7	5,4	5,4	80%	4,3	5%	4,5		
12	empurrar rebarba e pegar a peça	3,8	5,7	3,9	4	3,9	4,3	4,1	3,8	4,5	4	4,1	80%	3,3	5%	3,5		
13	transportar peça para a caixa	3,2	3,3	3,3	3,5	2,7	2,9	3,5	3,2	2,9	3,5	3,2	80%	2,6	5%	2,7	8,4	1
14	retornar ao posto de trabalho	2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,4	3	2,4	2,6	80%	2,1	5%	2,2		

Fonte: O autor.

Com o desenvolvimento do método de produção, a sequência de trabalho, definição dos equipamentos que seriam utilizados, cálculo dos tempos padrões para cada tarefa e definido o lote mínimo de produção para manter a produção trabalhando sem interrupções, foi possível desenvolver a folha de trabalho padronizada. Nesta folha desenvolvida constam os equipamentos que serão utilizados, o método de trabalho, o tempo ciclo e o lote mínimo de produção.

Quadro 8 – Trabalho Padrão

Requisitos : IT 03 E PSQ 09		Revisão: 00		Data da criação: 06/09/12		Página: 1		
LOGO	TIPO DE DOCUMENTO: INSTRUÇÃO DE TRABALHO							
	TÍTULO: TRABALHO PADRÃO							
Item: Piloto								
Operação/ Ciclo			Fluxo	Ciclo/ Op.(s)	Padrão (s)	Pç/ Proc.		
Op. 1	1	Aquecer material (Ø 85,73mm)	○	17,8	17,8	28		
	2	Deslizamento do material na calha	→	1,3	1,3	0		
Op. 2	3	Transportar blank e achatar	○	5,4	19,0	1		
	4	Transportar blank achatado e pré-forjar.	○	4,1				
	5	Transportar pré-forjado e forjar (acabamento)	○	4,1				
	6	Transportar forjado para a rebarbação.	○	1,8				
	7	Lubrificar ferramenta	○	3,5				
	8	Deslizamento da peça na calha	→	1,7				0
	9	Transportar peça para o apoio de furar.	→	2,8				9,2
Op. 3	10	Furar peça	○	2				
	11	Transportar peça para o anel e rebarbar	○	4,5				
Op. 4	12	Empurrar rebarba e pegar peça	○	3,5	8,4	1		
	13	Transportar peça para a caixa	→	2,7				
	14	Retornar ao posto de trabalho	→	2,2				

Layout

Balanceamento de linha

LEGENDA

- DOCUMENTOS
- OPERAÇÃO
- TRANSPORTE
- ARMAZ. INTERNO
- DECISÃO
- CONEXÃO
- Ponto de verificação.
- Caixa de blanks.
- Caixa de peças suspeitas.
- Caixa de peças aprovadas.

Controle de Revisões			
Data	Revisão	Alteração	Responsável
	0	INICIAL	
	-		

Análise Crítica do Documento		
Elaboração:	Revisão:	Aprovação:

Fonte: O autor.

5 IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO

Quadro 9 - Cronograma de implantação do trabalho Padronizado

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO								
ATIVIDADES	ago/12				set/12			
	1ª w	2ª w	3ª w	4ª w	1ª w	2ª w	3ª w	4ª w
Pesquisar sobre padronização	■	■	■	■				
Analisar a viabilidade de implantação			■	■				
Acompanhar a implantação					■	■		
Avaliar a eficácia						■	■	■

Fonte: O autor.

Para realizar a implantação do trabalho padronizado na empresa estudada foi necessário realizar uma pesquisa minuciosa sobre o tema em livros de administração de produção e afins e após a realização da pesquisa foi necessário avaliar as possibilidades de implantação na empresa em questão. Logo que definido a viabilidade da implantação, foi necessário realizar o acompanhamento do processo de implantação e por fim realizar a avaliação da importância de se ter o trabalho padronizado implantado.

As dificuldades encontradas durante a implantação foram: dificuldades de todos os operadores em trabalharem no ciclo pré-estabelecido, dificuldades de estabilizar os processos de produção, dificuldade em mudar a visão conceitual equivocada dos colaboradores que em sua grande maioria pensava que o trabalho padronizado deixaria o trabalho monótono e repetitivo ou ainda atrapalhar o processo de melhoria.

6 RESULTADOS OBTIDOS

Após a implantação do trabalho padronizado a alocação dos colaboradores passou a ser pré-determinada e não de acordo com as necessidades como era feito anteriormente, os recursos tecnológicos utilizados para cada operação foram padronizados, a produtividade passou a ter maior confiabilidade após ter sido determinado o ciclo padrão de produção e o número de peças necessárias para que o processo se mantenha sem interrupções foi definido.

Com o Trabalho Padronizado implantado, é possível identificar, com mais clareza, as necessidades de treinamentos dos operadores.

Com o ciclo padrão de produção padronizado, a quantidade de refugos produzidos passou a ser mais bem controlada, pois no caso dos processos estudados, a quantidade de refugos varia proporcionalmente a produtividade.

Através do balanceamento de linha realizado no Trabalho Padronizado, é possível identificar em que etapa do processo produtivo o ciclo padrão de produção é máximo. Neste caso, através da cronoanálise realizada dos processos detalhados é possível evidenciar a localização exata das possíveis oportunidades de melhorias do sistema.

Com o ciclo padrão de produção definido, é possível realizar o gerenciamento da produção com mais clareza, pois através desta padronização, é possível prever o tempo necessário para se produzir o lote proposto e é possível também realizar previsões de paradas de produção, seja para manutenção de ferramenta ou de equipamentos, tomando como base a vida útil de cada elemento.

A definição do número de peças necessárias para que o processo se mantenha sem interrupções é de suma importância para calcular os custos de qualquer possível parada de máquina, pois as peças em processo poderão ser refugadas ou poderão voltar para o início do processo, perdendo o valor previamente agregado.

Então, o trabalho padronizado serve como histórico de dados para evidenciar grande parte das necessidades dos processos produtivos, tais como: treinamento de colaboradores, investimento em tecnologia, redução de custos e previsão de produção.

O trabalho padronizado foi tão bem aceito pela diretoria da empresa que serão abrangidos outros processos da organização.

7 CONCLUSÃO

Ao final da avaliação da pesquisa-ação, ficou evidente que o Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta que, se empregada corretamente, pode trazer muito benefícios para a organização como redução de desperdícios, padronização da produção, aumento da qualidade do produto final e aumento de produtividade, além de ser uma base de dados para futuras melhorias. Sem o TP qualquer melhoria ficaria comprometida.

Para o bom desenvolvimento do Trabalho Padronizado, foi necessário realizar uma pesquisa minuciosa em literaturas técnicas relacionadas a estudos dos métodos, estudo dos tempos, balanceamento de linha, *Takt-Time* e melhoria contínua. Através desta pesquisa foi possível desenvolver uma Ficha de Trabalho Padronizado que atendesse a todos as necessidades da empresa estudada.

Além da pesquisa realizada em literaturas técnicas, a participação dos operadores da empresa estudada foi muito importante para o sucesso da implantação do TP, pois sem o auxílio dos operadores, grande parte das melhorias propostas ficaria comprometida.

Na Folha de Trabalho Padronizado devem constar os equipamentos que serão utilizados na produção, a metodologia aplicada, o tempo ciclo padrão por peça pronta e a quantidade de peças necessárias para manter a produção sem interrupções. Estas informações devem ser simples e de fácil entendimento.

O objetivo da pesquisa-ação era evidenciar as vantagens da implantação do Trabalho Padronizado. Tais vantagens foram evidenciadas após a metodologia em questão ter sido eficazmente planejada, desenvolvida, implantada e mantida.

Os resultados obtidos com o TP justificam todas as dificuldades encontradas durante a implantação do mesmo.

REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudo dos movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Blucher, 2008.
- BERKENBROCK, Tacila et. Al. **Estudo do trabalho padrão em linhas de montagem de refrigeradores**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ENEGEP, 2009. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_615_14315.pdf> Acesso em: 19 set. 2012.
- BRAILES, J. A. **Melhoria Contínua através do Kaizen: estudo de caso Daimlerchrysler do Brasil**. Niterói, 2005. Disponível em:
<http://www.btdt.ndc.uff.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1170> Acesso em: 15 set. 2012.
- CHIAVERINI, V. **Tecnologia mecânica: estrutura e propriedades das ligas metálicas**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1986.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- QUEIRÓS, J. A. **Produção enxuta: uma síntese dos aspectos teóricos e práticos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, Minas Gerais. **Anais...** Salvador, BA: ENEGEP, 2011. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_856_18131.pdf> Acesso em: 16 set. 2012.
- SILVEIRA, A. O.; COUTINHO, H. H. **Trabalho Padronizado: a busca por eliminação de desperdício**. **Revista Inicia**, Santa Rita do Sapucaí, MG, n.8, p.8-16, 2008. Disponível em:
<http://www.fai-mg.br/portal/download/revistainicia_2008/pub_dw_artigo_desperdicios.pdf> Acesso em: 18 set. 2012.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.