

**EDUARDO LAURINDO DA SILVA
FERNANDA SCHMIEDELL DE C. DUARTE
MARCUS VINICIUS GALVÃO DE MENEZES**

**INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS EM UM SET UP DE
UMA FÁBRICA DE CARTUCHOS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho

EPMI
ESP/EST-2006
Si381e

São Paulo
2006

**EDUARDO LAURINDO DA SILVA
FERNANDA SCHMIEDELL DE C. DUARTE
MARCUS VINICIUS GALVÃO DE MENEZES**

**INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS EM UM SET UP DE
UMA FÁBRICA DE CARTUCHOS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho

Área de Concentração: Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2006

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Engenheiro Laudemiro Martini Filho (Diretor Técnico da Companhia Brasileira de Cartuchos), sem o qual a realização deste trabalho não seria possível.

RESUMO

O presente trabalho mostra o impacto da mudança do sistema de produção na empresa Companhia Brasileira de Cartuchos sobre os trabalhadores do setor denominado "Fábrica de Copos". A realização de *set ups* - conjunto de atividades realizadas de forma a possibilitar a fabricação de outro produto diferente daquele que estava sendo produzido nas máquinas / equipamentos - nesse setor teve sua frequência aumentada, em razão dessa mudança de sistema de produção onde se priorizada a redução de estoques durante a fabricação. Essa tarefa bastante penosa foi revista pela empresa de modo a permitir que sua execução ocorresse de forma mais segura e confortável para os trabalhadores, através de intervenções ergonômicas.

ABSTRACT

This work deals with the manufacturing system changing impacts in a Brazilian Company of Cartridge during workers operation and activities in “Cup Plant” area. The setups in Cup Plant – which represent the group of coordinated activities that must be conducted in order to produce a different product in the same process line - has increased in frequency due to process changing where reduction in stocks during manufacturing were set as mandatory. The proposal changing in setup operation aimed to make the activity safer and more convenient based on ergonomics principals that were exhaustingly evaluated by the Company direction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivo.....	1
1.3	Justificativa	2
2	COMPETITIVIDADE E PRODUTIVIDADE	3
3	ERGONOMIA: HISTÓRICO	7
3.1	Ergonomia – Introdução	7
3.2	Primeira Definição de Ergonomia	7
3.3	A Ergonomia na Primeira Metade do Século XX	8
3.4	A Ergonomia na II Guerra Mundial: A Importância dos Fatores Humanos	9
3.5	A Ergonomia Contemporânea.....	10
4	INTERVENÇÃO ERGONÔMICA	12
4.1	Conceito de Intervenção Ergonômica	12
4.2	Desempenho	13
5	MACROERGONOMIA	14
6	ANTROPOTECNOLOGIA	16
7	CAMPO CONTEMPORÂNEO DA ERGONOMIA	17
7.1	Ergonomia Física.....	18
7.2	Ergonomia Cognitiva.....	20
7.3	Ergonomia Organizacional	22
8	LEGISLAÇÃO SOBRE ERGONOMIA – A NR -17	26
8.1	Levantamento, transporte e descarga individual de materiais	26
8.2	Condições ambientais de trabalho	27
8.3	Organização do trabalho	28
9	O SET UP - CONCEITOS	29

10	DESCRIÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA	31
11	O SETOR OBJETO DO ESTUDO: A FÁBRICA DE COPOS E O IMPACTO DO AUMENTO DO NÚMERO DE <i>SET UPS</i>	33
12	METODOLOGIA	37
13	O <i>SET UP</i> NA FÁBRICA DE COPOS- ANÁLISE DA TAREFA DO MECÂNICO DE PRODUÇÃO.....	39
14	O <i>SET UP</i> REVISTO NA FÁBRICA DE COPOS	50
15	RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO.....	59
16	CONCLUSÃO	61
17	BIBLIOGRAFIA.....	64
17.1	Lista de Referências.....	64
17.2	Bibliografia Consultada	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Interligação entre os conceitos de qualidade, produtividade e competitividade.....	3
Figura 2- Modelo sociotécnico em que se fundamenta a Macroergonomia	14
Figura 3- Campos da ergonomia contemporânea	17
Figura 4- Esquema Elementar de uma organização.....	23
Figura 5- Fábrica de Ribeirão Pires (Munições para Armas Curtas, Armas Longas e Canhões)	32
Figura 6- Fábrica de Montenegro (Munições de Caça e Armas Longas)	32
Figura 7- Exemplo ilustrativo de um copo de latão.....	34
Figura 8- Layout esquemático da Fábrica de Copos.....	36
Figura 9- Bloco Porta Ferramentas.....	39
Figura 10- Carrinho porta ferramentas (tipo painel).....	51
Figura 11- Dispositivo hidráulico para fixação do bloco (base superior).....	51
Figura 12- Dispositivo hidráulico para fixação do bloco (base inferior).....	52
Figura 13- Abertura para retirada dos punções	52
Figura 14- Organização do ferramental (por produto).....	53
Figura 15- Braços Removíveis	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBC	- Companhia Brasileira de Cartuchos
EUA	- Estados Unidos da América
FNCM	- Fábrica Nacional de Cartuchos e Munições
HFE	- <i>Human Factors Engineering</i>
IEA	- <i>International Ergonomics Association</i>
JIT	- <i>just-in-time</i>
LER/DORT	- Lesão por esforço repetitivo/ Doença ósteomuscular relacionada ao trabalho
NR	- Norma Regulamentadora
TPS	- <i>Toyota Production System</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A Companhia Brasileira de Cartuchos, levada pela necessidade de aumento de sua competitividade no mercado internacional, mudou seu sistema de produção do tradicional sistema de “empurrar” para o sistema “puxado”, o que causou aumento de demanda na tarefa *set up* - conjunto de atividades realizadas de forma a possibilitar a fabricação de outro produto diferente daquele que estava sendo produzido nas máquinas / equipamentos - especialmente no setor chamado Fábrica de Copos. As condições encontradas nesse local de trabalho tiveram de ser modificadas, pois a frequência de realização da tarefa *set up* foi aumentada.

Assim, em 2002 instituiu-se o Grupo de Redução do Tempo de *Set Up*, da Fábrica de Copos, que avaliou a situação corrente, planejou e executou ações de modo a minimizar o esforço dos trabalhadores envolvidos na tarefa de realização dos *set ups*, que participaram de forma ativa do trabalho, fazendo solicitações e discutindo ações com os setores responsáveis pelas mudanças.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é mostrar, à luz dos conceitos de Ergonomia Física, Ergonomia Cognitiva e Ergonomia Organizacional, as intervenções ergonômicas efetuadas na Fábrica de Copos da Companhia Brasileira de Cartuchos, verificando as situações *antes* e *depois*, observando e analisando o impacto ocorrido sobre os trabalhadores daquele local.

Será mostrado também o impacto que estas intervenções causaram no negócio da empresa.

1.3 Justificativa

Escolhemos este estudo de caso como tema porque houve a facilidade para obtenção de dados e acesso à empresa estudada, inclusive com a colaboração da mesma, uma vez que um dos componentes do grupo é funcionário da mesma, tendo inclusive participado das ações que foram executadas e que estão descritas neste trabalho.

Além disso, trata-se de um assunto que pode ser facilmente aplicado em outras empresas, servindo assim de exemplo e incentivo para modificações na esfera da Ergonomia que acabam beneficiando tanto os trabalhadores quanto a empresa em geral.

2 COMPETITIVIDADE E PRODUTIVIDADE

Atualmente existe, nos mais diversos segmentos, um grande número de empresas que disputam o mercado. As empresas mais bem estruturadas apresentam melhores condições de se manterem no mercado e aumentarem seus ganhos.

Segundo Marques (1996), o que fundamentalmente caracteriza as empresas numa economia aberta é a competitividade. Para Campos (1992), ter competitividade é ter a maior produtividade entre todos os seus concorrentes.

A Produtividade mede a taxa com que bens ou serviços são produzidos, especialmente em saída por unidade de trabalho. A produtividade indica a eficiência de produção (saída) a partir do que foi dado como entrada. É a relação de entrada x saída para controlar como foi feita essa transformação.

As empresas mais eficientes conseguem reduzir seus custos, permitindo que haja um acréscimo nas suas margens de lucro ou então permitindo que ocorra redução de preço em relação aos concorrentes.



Figura 1- Interligação entre os conceitos de qualidade, produtividade e competitividade.

Fonte: Campos (1992)

Segundo Campos (1992), pode-se representar a produtividade como sendo o quociente entre o que a empresa produz (saídas – *output*) e o que a empresa consome (entradas – *input*).

Dessa relação, podemos concluir que as empresas que conseguem otimizar ao máximo os recursos disponíveis, produzindo uma quantidade cada vez maior e / ou com melhor qualidade com menos recursos são as que têm maior produtividade.

Podemos considerar como sendo *outputs* desde serviços a mercadorias. Para existirem, esses produtos devem ter um certo valor aos olhos do cliente (Campos, 1992). Este valor é quem determinará o preço desse produto e deve ser agregado ao seu custo.

Já o *input* pode ser definido como os recursos consumidos para obter determinado produto.

Para melhorar a produtividade de uma organização, o Toyota Production System (TPS), também conhecido como sistema *just-in-time* (JIT) ou sistema de produção puxado é uma poderosa ferramenta.

“O sistema *just-in-time*, doravante designado por JIT, foi desenvolvido na Toyota Motor Company, no Japão, pelo Sr. Taichi Ono. Pode-se dizer que a técnica foi desenvolvida para combater o desperdício. Toda atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto é considerada um desperdício. Dessa forma, estoques, que custam dinheiro e ocupam espaço, transporte interno, paradas intermediárias – decorrentes das esperas do processo, refugos e retrabalhos são formas de desperdício e conseqüentemente devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo.

Posteriormente o conceito de JIT se expandiu, e hoje é mais uma filosofia gerencial, que procura não apenas eliminar os desperdícios, mas também colocar o componente certo, no lugar certo e na hora certa. As partes são produzidas em tempo (*just-in-time*) de atenderem às necessidades de produção, ao contrario da abordagem tradicional de só produzir nos casos (*just-in-case*) em que sejam necessárias. O JIT leva a estoques bem menores, custos mais baixos e melhor qualidade do que os sistemas convencionais.

A aplicação adequada do sistema JIT leva a empresa a obter maiores lucros e melhor retorno sobre o capital investido, decorrente da redução de custos, redução de estoques e melhoria na qualidade, objetivo precípua de todos” (Laugeni e Martins,

1998).

No caso do nosso objeto de estudo, o JIT veio basicamente com o objetivo de reduzir o *input*.

Como exemplo, podemos citar o dinheiro parado em estoque - matérias primas, estoques intermediários; e a diminuição do custo da mão de obra. Secundariamente, se nota um aumento no input devido à maior competitividade adquirida.

Assim, a CBC se tornou mais competitiva no exterior, sendo atualmente a única fabricante de munições do mundo que trabalha em sistema puxado de produção.

Uma das conseqüências deste fato é que o número de realizações de *set up* aumenta de forma expressiva, devido à redução dos volumes de estoque. Como esses estoques foram reduzidos, eles precisam ser reabastecidos em intervalos significativamente menores do que outrora.

O JIT pressupõe a implantação de *kanbans*.

Segundo Laugeni e Martins (1998), “o JIT usa um sistema simples (chamado *kanban*) para retirar as peças em processamento de uma estação de trabalho e *puxá-las* para a próxima estação do processo produtivo. As partes fabricadas ou processadas são mantidas em contêineres e somente alguns desses contêineres são fornecidos à estação subsequente. Quando todos os contêineres estão cheios, a máquina pára de produzir, até que retorne outro contêiner vazio, que funciona como uma ‘ordem de produção’. Assim, estoques de produtos em processo são limitados aos disponíveis nos contêineres e só são fornecidos quando necessário. O programa de montagem final *puxa* as partes dos postos anteriores e estes, por sua vez, também *puxam* as partes de seus processos anteriores, e assim sucessivamente até chegar aos fornecedores externos. Se o processo pára em decorrência da quebra de uma máquina ou problema de qualidade, as máquinas que ainda estão em funcionamento irão também parar tão logo seus contêineres estejam cheios (...)”.

Ocorre impacto sobre o trabalhador, e este impacto é o aumento da carga de trabalho, devido ao aumento da frequência da atividade *set up*.

No sistema de produção anterior, os *set ups*, apesar de terem realização difícil e penosa, não ocorriam de forma tão freqüente.

Porém, com a implantação do JIT, essa frequência foi elevada de forma significativa, e por isso a empresa pôs em prática ações (denominadas intervenções ergonômicas) que facilitam a realização do *set up*, reduzindo a carga sobre o trabalhador, e permitindo a consolidação do sistema puxado de produção, tão importante para a sua competitividade no mercado

3 ERGONOMIA: HISTÓRICO

3.1 Ergonomia – Introdução

Vidal (1999) diz que os primeiros estudos sobre as relações homem-trabalho se perdem na origem dos tempos. É possível demonstrar que, na Pré-História, os utensílios de pedra lascada se miniaturizavam, em um processo de melhoria da manuseabilidade e que teve por resultado produtivo o ganho de eficiência na caça e coleta, além de ganharem em eficiência, demandando menos esforço pra realizar a tarefa de cortar/ quebrar.

O mesmo autor nos diz que a princípio a Ergonomia buscava entender os fatores humanos pertinentes ao projeto de instrumentos de trabalho, ferramentas e outros utensílios típicos da atividade humana em ambiente profissional, para posteriormente entender, tabular, organizar dados sobre os fatores humanos que deveriam ser considerados não apenas para os instrumentos, mas para os projetos de sistema de trabalho, como as linhas de montagem, as salas de controle, os postos de direção de máquinas e assim por diante.

Atualmente, a Ergonomia busca entender os determinantes de uma atividade de trabalho através de contribuições num sentido ainda mais amplo, que incluem a organização do trabalho e procedimentos.

3.2 Primeira Definição de Ergonomia

Segundo Vidal (1999), a primeira definição de Ergonomia foi feita em 1857, com base no movimento industrialista europeu, por um cientista polonês, Wojciech Jarstembowsky, numa perspectiva típica da época de se entender a Ergonomia como uma ciência natural, em um artigo intitulado “Ensaio de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”.

A Ergonomia, como uma ciência do trabalho, requer que entendamos a atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação.

A palavra Ergonomia deriva de dois termos gregos: *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis naturais).

3.3 A Ergonomia na Primeira Metade do Século XX

Entre o final do século XIX para o início do século XX, aconteceram muitas mudanças nas formas de trabalho e em seus conceitos..

No início do século XX a proposta de F.W.Taylor não se limitava a um novo projeto organizacional. Seu estudo sobre as pás - de capacidade maior para o manuseio do carvão, material mais leve, e de menor capacidade para o minério, material mais pesado - é, sem sombra de dúvida, um dos primeiros trabalhos empíricos de Ergonomia publicados que temos notícia (Vidal, 1999).

O mesmo autor nos diz que isto não se deu por acaso, pois já havia alguns estudos que permitiam esse tipo de concepção. Os fisiologistas do final do século XIX já haviam desenvolvido uma série de métodos, técnicas e equipamentos que permitiam, finalmente, mensurar efetivamente o desempenho físico do ser humano: o esfigmógrafo, o cardiógrafo, o pneumógrafo (Marey), ao mesmo tempo em que se aprofundava o estudo teórico acerca do desgaste fisiológico e da energética muscular. Em relativa contemporaneidade a Taylor, J. Amar verificava, de forma experimental, os princípios apontados por Taylor, então acusados de falta de embasamento. As formulações de J. Amar constituem-se no primeiro paradigma da ergonomia: o homem como transformador de energia, o motor humano, como denominado pelo próprio autor.

Vidal (1999) afirma que essa visão foi responsável pelo paradigma científico que durou até a metade do século XX, onde houve a expansão da base material da produção industrial do planeta. A partir de 1915 ela se consolida com a formação de um comitê, na Inglaterra, destinado a estudar a saúde dos trabalhadores empregados na indústria de guerra, assistindo o fator humano na indústria. Esse comitê era

formado por médicos, fisiologistas e engenheiros, que na época, levantava uma grande variedade de questões da não adaptação entre trabalho e trabalhadores. Isso se manteve somente no intervalo entre as duas grandes guerras, no chamado período de paz.

Logo após a segunda guerra forma-se então a chamada Ergonomia Clássica, estruturada nos acontecidos anteriormente.

A definição adotada então para essa Ergonomia foi a seguinte: ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia, e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento (Vidal, 1999).

3.4 A Ergonomia na II Guerra Mundial: A Importância dos Fatores Humanos

A Segunda Guerra Mundial foi uma época de difícil adaptação do trabalho ao trabalhador, causando vários problemas. A falta de compatibilidade entre o projeto das máquinas e os dispositivos, e os aspectos mecânico-fisiológicos do ser humano, foram agravados com o aperfeiçoamento técnico dos motores e o incremento da tecnologia surgida na época.

Vidal (1999) refere que a partir dessa necessidade de compatibilidade entre homem-máquina, na Inglaterra e nos Estados Unidos, foram formados grupos interdisciplinares, contando com a participação de psicólogos somados aos engenheiros e médicos. Seus objetivos eram os de melhorar as condições dos combatentes e também de melhorar a capacidade combativa. Os trabalhos desses grupos foram voltados para a adaptação de veículos militares, aviões e demais equipamentos militares às características físicas e psicofisiológicas dos soldados, sobretudo em situações de emergência e de pânico.

Isso nos mostra que esses estudos se baseavam na análise e nos estudos dos materiais e no relato de seus problemas operacionais. Isso demonstra que a Ergonomia nasceu se alimentando profundamente de dados e estudos de manutenção bélica.

Segundo relata Iida (1990) apud Vidal (1999), os cientistas que haviam participado desse esforço de guerra decidiram continuar a empreitada voltando-se para a produção civil, utilizando os métodos, técnicas e dados obtidos para a indústria. Numa precursora forma de extensão universitária, são formados laboratórios universitários para atender a demandas industriais, com sucesso. Em decorrência é formada em 1947 a primeira sociedade de Ergonomia do planeta, a *Ergonomics Research Society*. Nasce a corrente de ergonomia chamada de fatores humanos (*Human Factors Engineering* ou HFE), como uma continuidade da prática acima mencionada em operações civis. Essa corrente, desde então, tem buscado responder a seguinte pergunta: o que se sabe sobre o ser humano e que pode ser empregado nos projetos de instrumentos, dispositivos e sistemas?

Até o presente, a HFE tem sido baseada em procedimentos experimentais, que vão do laboratório clássico para o estudo de fatores humanos, até as modernas técnicas de simulação, buscando uma melhor conformação das interfaces entre pessoas e sistemas técnicos.

3.5 A Ergonomia Contemporânea

Vidal (1999) afirma que a década de 1970 marca a passagem definitiva da análise somente para o campo de ação, momento em que a ergonomia passa a ser somente estudada para ser colocada em prática. Houve uma crescente integração da ergonomia na prática industrial, juntamente com o surgimento do movimento da gestão da qualidade. Especialmente na Europa, surge um novo conceito, denominado Intervenção Ergonômica, atualmente utilizado nos EUA, Japão, França, Alemanha, Canadá, Suécia e Brasil, países onde existe um maior avanço da ergonomia.

Brown (1991) apud Vidal (1999) afirma que os projetos de melhoria ergonômica são mais bem sucedidos quando aplicados de forma ampla, inseridos na estratégia da organização. Essa consideração deu origem à Macroergonomia.

Em 1974, surgiu o conceito da Antropotecnologia, ampliando este debate para o nível das contingências culturais e sociais (Wisner, 1974, 1979 apud Vidal,

1999).

“A ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e espaço de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar numa melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e da vida”. – definição formulada no Congresso Internacional de Ergonomia realizado em 1969.

4 INTERVENÇÃO ERGONÔMICA

4.1 Conceito de Intervenção Ergonômica

O conceito de intervenção ergonômica, inicialmente desenvolvido pela escola francesa de Ergonomia (onde se destacaram Wisner, Duraffourg e Guérin), é hoje uma forma internacional de atuação do profissional que trabalha com a ergonomia (Vidal, 1999).

Para esse conceito, a ergonomia efetiva consiste no fato de resultar em transformações positivas no ambiente de trabalho, que é considerado em seu sentido amplo, incluindo a tecnologia e a organização como seus componentes.

A intervenção ergonômica é uma tecnologia da prática que objetiva modificar a situação de trabalho para torná-la mais adequada às pessoas que a utilizam.

Existem duas linhas nos trabalhos de ergonomia, a científica e a prática. Os resultados das intervenções ergonômicas interagem nos diversos campos e áreas do conhecimento.

Vidal (1999) afirma que a ergonomia é uma disciplina para a ação sobre o real e, como tal, se expressa de forma especialmente pertinente para os projetos de mudanças na tecnologia física e de gestão. Os desdobramentos de uma intervenção ergonômica, no âmbito científico e tecnológico podem ser muitos, mas o que confere a uma ação no ambiente de trabalho, o caráter de intervenção ergonômica é o resultado materializado num projeto implantado de mudanças para melhor. Assim, uma intervenção cujo resultado aparentemente seja muito simples, como uma alteração de iluminação ou de adaptação de móveis, é ergonômica na medida em que atinge um resultado em termos de boas modificações da situação de trabalho. Toda intervenção ergonômica se caracteriza por resultados positivos, por repercussões concretas, por mais simples que seu projeto possa parecer.

4.2 Desempenho

A performance (ou desempenho) pode ser entendida como resultado obtido na seqüência da atividade.

Este resultado é comparado com o objetivo da tarefa, ou seja, com o resultado desejado, podendo ser expresso em termos de êxito, falha ou nível alcançado.

O conceito de desempenho, em francês ou inglês, Performance, representa a capacidade do homem para compreender, agir ou identificar, que é explicada pela interação de três fatores: as competências, as motivações e o envolvimento de trabalho. Assim, mesmo que se assegure um ótimo envolvimento de trabalho e as competências adequadas às situações a gerir, haverá certamente um mau desempenho por falta de motivação para utilizar os saberes pertinentes.

Do mesmo modo, por mais que a motivação anime os operadores e o envolvimento de trabalho seja adequado, se existe falta de competências específicas, o desempenho será também deficiente.

O envolvimento de trabalho, com suas componentes físicas, organizacionais e psicológicas, deve permitir a expressão das competências e motivações dos operadores. A compreensão dos fundamentos da motivação, assim como dos seus fatores de influência e desenvolvimento, favorece a sua manifestação. O sucesso de toda atividade depende da vontade compartilhada pelos colaboradores para realizar uma tarefa, uma produção ou uma melhoria.

5 MACROERGONOMIA

A macroergonomia busca um equilíbrio sociotécnico entre pessoas, tecnologias e organização.

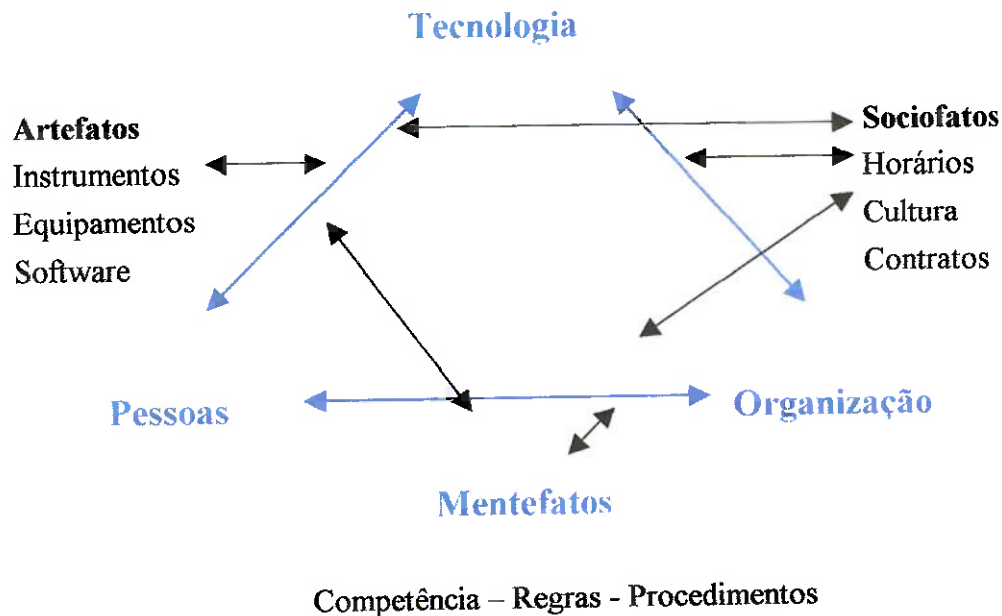


Figura 2- Modelo sociotécnico em que se fundamenta a Macroergonomia

Fonte: Vidal, (1999)

Vidal (1999) afirma que a macroergonomia aparece como uma resposta mais ampla da Ergonomia, sobretudo nos EUA, quando ocorre um aumento significativo da venda dos produtos industriais japoneses no mercado americano. Surge então, com base em estudos no Japão, o conceito hoje conhecido como Qualidade Total, que revelou, na época, uma necessidade muito grande e um maior esforço normativo de ajustes dos processos. Revelou-se então, num agente microeconômico, que se deveria buscar uma relação de adequação entre a tecnologia e a organização. Esse processo levou os setores estratégicos das empresas americanas a reconhecerem as necessidades de mudança e estas requeriam processos de aceitação e de institucionalização das modificações.

Vidal (1999) diz que num período anterior, Imada havia sublinhado que os germes da internacionalização da economia mudança da natureza dos negócios, o crescimento destes no plano mundial, as mudanças no perfil da mão-de-obra bem como a formidável vaga de introdução de novas tecnologias – uma forma incipiente de Internet, a Bitnet já operava desde 1986 - já estava induzindo as organizações a se converterem em estruturas mais achatadas, com três ou quatro níveis de decisão entre o top e o operacional orientados para o funcionamento em rede e essencialmente mais participativo.

Segundo Brown Jr (1995) apud Vidal (1999), esse novo ambiente é propício para a introdução de conceitos e princípios da Ergonomia, porém numa forma distinta do que até vinha sendo feito (intervenções pontuais e/ou localizadas), mas numa perspectiva de elaboração de programas de ergonomia, incorporada como um valor e uma crença na organização, sobretudo face à imperiosidade de implantação de novas tecnologias num período curto de execução e obtenção de resultados.

6 ANTROPOTECNOLOGIA

“A Antropotecnologia é a combinação de aspectos ergonômicos e macroergonômicos envolvidos numa transferência de tecnologia. O termo foi cunhado por Alain Wisner que realizou estudos em mais de vinte países incluindo alguns relativos à realidade brasileira” (Vidal, 1999).

Esse mesmo autor afirma que a construção da noção de antropotecnologia nasce de uma ação ergonômica numa empresa petrolífera cuja extração de óleo se dava em distintos países e com leis e costumes diversificados.

“A empresa encontrava dificuldades para se adequar a este esquema que lhe impunha uma taxa de emprego autóctone para explorar o óleo. *‘Não conseguimos sequer candidatos a emprego que sejam aprovados no exame admissional’*, lamentavam seus dirigentes. E nesta ação ergonômica foi verificado um extremo rigor admissional, o que fazia com que os vários candidatos a emprego terminassem por serem rejeitados. Ocorria que o equipamento importado exigia um grau de esforço elevado, para o que já seria difícil generalizar este emprego mesmo nos países de onde advinha a tecnologia. O problema era apenas minimizado, por exemplo, nos Estados Unidos ou no Canadá pelo fato desta tecnologia já se encontrar implantada há tempos” (Vidal, 1999).

A ação ergonômica, re-estruturando parcialmente a atividade e verificando a exigência real de esforço nas ações características do processo, permitiu a flexibilização das normas de contratação, beneficiando a mão-de-obra local.

O domínio de uma tecnologia transferida só é possível quando os dispositivos técnicos, a organização do trabalho e a formação dos trabalhadores sofrem um processo global de reconcepção, que leva em consideração as dificuldades locais e os recursos naturais e industriais disponíveis como trunfos para manter a variabilidade sob controle. Assim a capacidade do tecido industrial de adaptar, ajustar ou reparar os equipamentos, bem como de fornecer peças de reposição, a capacidade das instituições de pesquisa de produzir novos conhecimentos, a competência em gestão, a organização do trabalho adotada e as competências dos trabalhadores têm um papel central para o domínio das tecnologias transferidas.

7 CAMPO CONTEMPORÂNEO DA ERGONOMIA

A definição hoje internacionalmente aceita (ABERGO, 2000) apud Vidal (1999) mostra três aspectos principais: o tipo de conhecimento e suas inter-relações, o foco nas mudanças e os critérios da ação ergonômica. A consideração destes aspectos configura contemporaneamente a Ergonomia como uma disciplina de síntese entre vários aspectos do conhecimento sobre as pessoas, a tecnologia e a organização.

Numa boa ergonomia, a antropometria física, a fisiologia do trabalho, a psicologia experimental, a higiene e a toxicologia contribuem com a adequação da tecnologia e da organização do trabalho aos trabalhadores reais (Vidal, 1999).

Segundo Guérin et al (2004), “as evoluções técnicas, sociais e econômicas recentes vêm determinando há vinte anos uma considerável transformação do trabalho. Afetam ao mesmo tempo o conteúdo da atividade efetiva e o quadro dessa atividade.”

Para uma ordenação desse campo empregamos uma classificação destes conteúdos, sugerida pela International Ergonomics Association (IEA): ergonomia física, cognitiva e organizacional.

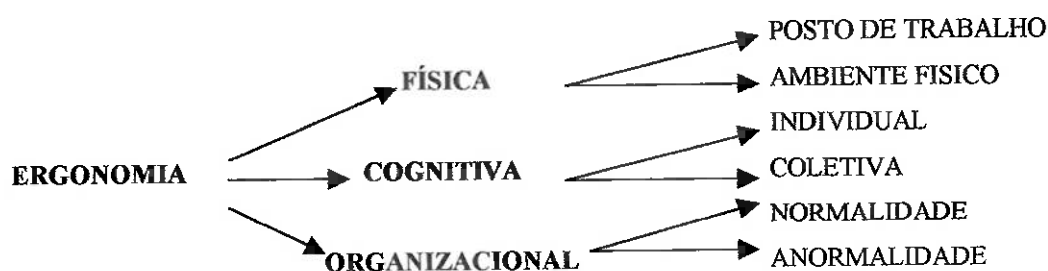


Figura 3- Campos da ergonomia contemporânea

Fonte: Vidal (1999)

7.1 Ergonomia Física

Tem como foco os aspectos físicos de uma situação de trabalho. Trabalhar exige o corpo do trabalhador de várias formas ao longo da jornada de trabalho. “A ergonomia física busca adequar estas exigências aos limites e capacidades do corpo, através do projeto de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem-máquina: as interfaces de informação (*displays*) as interfaces de acionamentos (controles). Para tanto são necessários diversos conhecimentos sobre o corpo e o ambiente físico onde a atividade se desenvolve” (Vidal, 1999).

“Numa primeira simplificação, consideremos que o corpo tem um sistema músculoesquelético movimentado por uma central energética. O sistema esquelético confere ao corpo suas dimensões antropométricas: estatura, comprimento dos membros, capacidades de movimentação limitadas, alcances mínimos e máximos. Um dos aspectos mais importantes da Ergonomia é que o posto de trabalho, seus utensílios e elementos estejam de acordo com as dimensões do ocupante do posto de trabalho. Nisto consiste o capítulo da antropometria como disciplina fundamental da ergonomia. A inadequação antropométrica produz o desequilíbrio postural estático, fator causal das LER/DORT, mas igualmente a de lombalgias, ciáticas e outros problemas fisiátricos” (Vidal, 1999).

O mesmo autor diz que para que o sistema esquelético se movimente e se mantenha em determinadas posições, a ele está acoplado o sistema muscular. Esse sistema tem a propriedade de poder se contrair e inversamente se distender e essa propriedade requer consumo de energia. A atividade de trabalho deve estar adequada às possibilidades musculares e do metabolismo humano (fisiologia do trabalho). Atualmente, o desconhecimento da fisiologia produz problemas em empregados em linhas de montagem e também no pessoal de escritório. As inadequações fisiológicas agravam e ampliam os problemas de inadequação antropométrica citados.

O organismo músculo-esquelético é dotado de um sistema de transformação de energia, um metabolismo interage com o ambiente em que se encontra realizando uma homeostase, suando no caso de temperaturas elevadas, sentindo odores e sabores, sendo facilitado ou dificultado nessa integração ao locus da atividade pelas

qualidades acústicas e lumínicas deste ambiente.

A ergonomia física estuda mais freqüentemente as posturas desfavoráveis, força excessiva demandada, movimentos repetitivos e transporte de cargas.

A utilidade da ergonomia física está na contribuição decisiva que fornece a muitos problemas verificados nos sistemas de trabalho. No campo dos postos de trabalho são os problemas antropométricos e posturais.

As especificações da Ergonomia física se orientam para modificações do contexto físico do trabalho que evitem a produção de esforços excessivos ou inadequados. Essas especificações colocam como exigência, em geral, reconfigurações do posto de trabalho que irão implicar em mudanças na tecnologia física que muitas vezes podem se tornar inviáveis do ponto de vista financeiro, como, por exemplo, elevar ou abaixar uma plataforma, ou ainda modificar toda uma instalação. Algumas vezes isso é feito, pois a previsão positiva de resultados o permite.

Vidal (1999) afirma que no campo dos ambientes as especificações da ergonomia física caem em recomendações relativas à higiene - manter o ambiente em um estado que não agrida a integridade do organismo - mesmo do conforto ambiental, buscando as melhores condições possíveis para o desempenho da atividade. Normativamente esse tema vem sendo tratado pelo estabelecimento de padrões ambientais que estabelecem níveis de ruído, temperatura, iluminamento, qualidade do ar e demais aspectos. No entanto é enorme a dificuldade de se trabalhar, sob o prisma da adequação com limites de tolerância a agentes agressores, já que entre as faixas de conforto e as faixas de tolerância de um parâmetro ambiental se estabelece uma região de nebulosidade: os limites superiores de conforto jamais coincidem com os limites de tolerância.

O campo da ergonomia física se baseia na realização de especificações relativas ao posto e ao método de trabalho, bem como sobre o ambiente. Essas aplicações se destinam primariamente ao projeto de novos postos de trabalho e especificações ambientais. Uma segunda ordem de aplicações tem se situado no campo normativo, com vários trabalhos de ergonomistas sendo incorporados pelos comitês e comissões de normalização.

“Numa terceira linha de aplicações, estudos e propostas de ergonomia têm

vido mobilizados para sensibilização das esferas dirigentes, conscientização e envolvimento dos funcionários e mesmo orientações específicas sobre o agenciamento do posto pelos próprios operadores, tal como um operário mais qualificado regula seu equipamento e instrumentos de trabalho. Num último, porém crescente campo de aplicações, análises ergonômicas têm subsidiado a elaboração de programas de atividades compensatórias como escalonamento de pausas para repouso, exercícios e alternâncias de várias ordens (...)" (Vidal, 1999).

7.2 Ergonomia Cognitiva

"A cognição trata dos aspectos mentais da atividade de trabalho de pessoas e indivíduos, homens e mulheres. O olhar do ergonomista não se contenta em apontar características humanas pertinentes aos projetos de postos de trabalho ou de se limitar a entender a atividade humana nos processos de trabalho de uma ótica puramente física. Nesse movimento de idéias apreende-se a importância dos atos de pensamento do trabalhador na consecução de suas tarefas. E com isso, apreendemos que os trabalhadores não são apenas simples executantes, são capazes de detectar sinais e indícios importantes, são operadores competentes e são organizados entre si para trabalhar. E que, nesse contexto, podem até cometer erros" (Vidal, 1999).

A Ergonomia Cognitiva tenta explicar os porquês dos erros, a partir de alguns elementos de respostas. Esses elementos partem de três premissas básicas, segundo Vidal (1999):

1) Como fundamento técnico à rejeição do absurdo que é projetar um sistema de produção a custos vultosos onde as decisões operacionais chaves estejam na dependência de operadores colocados diante de um quadro complexo, do qual não têm os elementos necessários e que se encontram num contexto de elevada solicitação e carga de trabalho. Tão mais complexo e perigoso seja o sistema, tanto mais os operadores devem estar aptos para tomar a boa decisão nos bons momentos. Esta aptidão deve estar nas pessoas (formação) nos sistemas (tecnologia), mas, sobretudo nas interfaces entre uns e outros (ergonomia);

2) Como fundamento ético à premissa de que os trabalhadores num processo

nem se caracterizam como insanos suicidas capazes de realizarem atos absurdos que lhes custe a própria integridade física, mental e espiritual e tampouco como sórdidos sabotadores dos engenhos físicos e sociais que constituem uma dada tecnologia de produção. Nesse sentido a ergonomia pode desapaixonar a questão do Erro humano contribuindo com elementos decisivos para uma perícia eficaz;

3) Como fundamento moral, a crença de que as pessoas tentam cumprir seu contrato de trabalho nas situações de trabalho onde se encontram e, exatamente por isso, cabe aos projetistas assegurar uma situação de trabalho correta. A Ergonomia nesse sentido é indispensável para um bom projeto.

A Ergonomia Cognitiva se alimenta de estudos de inteligência natural e busca trazê-los para a tecnologia de interfaces homem-máquina. Essa ergonomia tem como assunto a mobilização operatória das capacidades mentais do ser humano em situação de trabalho. Este campo da ergonomia tem como programa mínimo: inovações nos equipamentos (usabilidade das interfaces operador- equipamento), confiabilidade humana (condução dos processos), otimização na operação de equipamentos informatizados e seus softwares (prevenindo funcionamento inadequado ou bloqueio), implantação de novos empregados da implantação de novas tecnologias ou sistemas organizacionais e estabelecimento e manutenção de sistemas seguros, confiáveis e eficientes de comunicação e de cooperação.

Segundo Vidal (1999), a ergonomia cognitiva se subdivide em dois campos: a cognição individual e a cognição coletiva ou social. No campo da cognição individual se reúnem os vários estudos sobre o raciocínio e tomada de decisão que têm serventia na elaboração de procedimentos e normas operacionais.

De acordo com o mesmo autor, muitos desses estudos se voltam para a formação profissional, sobretudo nos processos de qualificação e requalificação tão necessários num mundo em sobressalto pela constante introdução de novas tecnologias. No que tange as interfaces, a ergonomia cognitiva tem produzido resultados bastante convincentes na engenharia de softwares (amigabilidade) nas interfaces de instrumentação e controle (usabilidade). De forma mais ampla as modelagens cognitivas têm possibilitado a elaboração de sistemas de controle mais confiáveis.

O campo cognitivo tem um aspecto fortemente abstrato, na medida que não

vemos o pensamento em si, mas apenas indícios de sua existência nos atos das pessoas. E por essa mesma razão é um campo fértil para mistificações e deturpações, um aspecto ruim para o desenvolvimento e para o andamento dos estudos nessa área.

O que esses desenvolvimentos tem trazido de bom no campo da ergonomia cognitiva, é fato de que aceitaram que as pessoas têm pensamento, capacidade de raciocinar e tomar decisões, como, por exemplo, fazer uma escolha entre possibilidades que lhes são ofertadas.

7.3 Ergonomia Organizacional

Vidal (1999) afirma que o campo da ergonomia organizacional se constrói a partir de uma constatação óbvia, que toda a atividade de trabalho ocorre no âmbito de organizações.

O mesmo autor refere que a organização geral é diferente da organização do trabalho. A geral tem como bases teóricas a teoria das organizações e a logística, buscando especificar a organização produtiva tal como um organismo com vistas à sua atuação no contexto mais geral: social, econômico, geográfico, cultural. Já a organização do trabalho trata dos aparelhos funcionais internos de uma organização produtiva e que lhe dão sentido motor.

A organização do trabalho envolve ao menos seis aspectos que se relacionam entre si:

- A repartição de tarefas no tempo (estrutura temporal, horários, cadencias de produção) e no espaço (arranjo físico),
- Os sistemas de comunicação, cooperação e interligação entre atividades, ações e operações,
- As formas de estabelecimento de rotinas e procedimentos de produção,
- A formulação e negociação de exigências e padrões de desempenho produtivo, aí incluídos os sistemas de supervisão e controle,
- Os mecanismos de recrutamento e seleção de pessoas para o trabalho e

- Os métodos de formação, capacitação e treinamento para o trabalho.

Consideraremos que uma organização compreende três níveis: operacional, tático e estratégico.

De acordo com o fluxo de decisões e comunicações podemos distinguir dois tipos de decisórios: os de cima para baixo – *top-down* – e os de baixo para cima (*bottom-up*) (Vidal, 1999).

Essa ergonomia, em ambos fluxos de decisão, vai permitir uma efetiva modelagem organizacional, sobretudo em processos chave da organização, onde a modelagem gerencial não seja suficiente para assegurar o sucesso da empreitada de reestruturação. É o caso dos sistemas complexos, dos sistemas perigosos e dos sistemas de demanda flutuante.

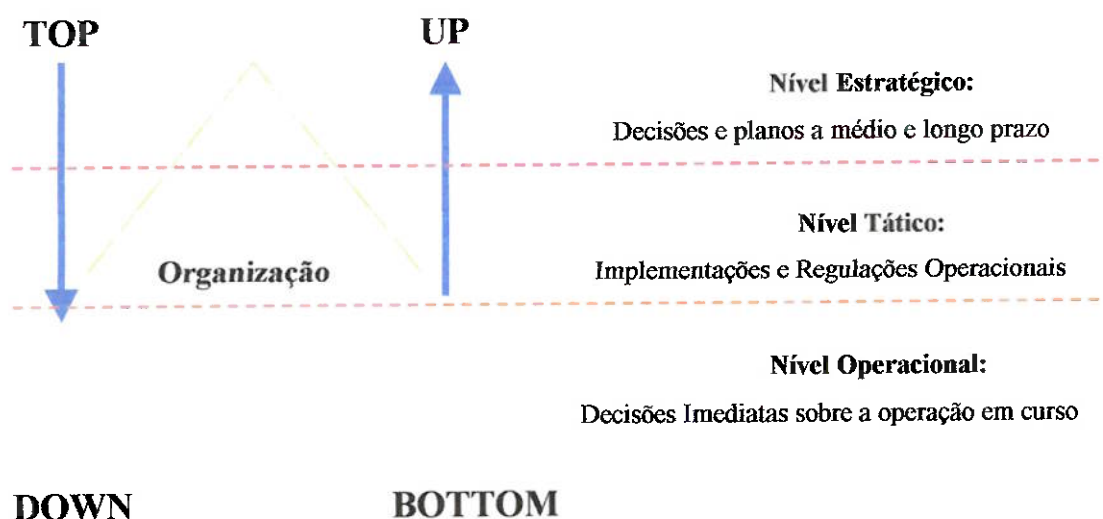


Figura 4- Esquema Elementar de uma organização

Fonte: Vidal (1999)

Uma organização articula a todo instante seus processos básicos que constituem seus níveis operacionais, com a tomada de decisão, que se concretiza nos níveis estratégicos. Essa articulação é viabilizada por estruturas de regulação e controle que constituem seus níveis táticos.

Conforme Vidal (1999), para assegurar o funcionamento satisfatório em que

se baseia toda a estratégia da organização, esta constitui um intermediário ou uma interface entre produção e estratégia que é o nível tático, estrutura que viabiliza a passagem das decisões top-down, assim como as interações *bottom-up*. Assim banqueiros esperam que bancários descontem os cheques, industriais imaginam que os operários estarão fabricando as peças, e fazendeiros que os lavradores estarão colhendo as frutas. E efetivamente é o que acontece, e isso dentro dos parâmetros previstos de qualidade de serviço, de conformação ou de produto com que cada um desses sistemas de produção funciona.

O mesmo autor diz que este esquema de organização é um tanto estático e supõe uma regulação simples: se algum imprevisto ocorre, bancários, operários e lavradores fazem os ajustes necessários, ora pedindo para um endosso de assinatura, ora realizando mais uma operação industrial de ajuste, como limar uma peça mecânica ou acrescentar um complemento de dose de reagente, ora optando por colher algumas frutas no dia seguinte e assim por diante. Assegurar que isto, acontecendo, implique em que o funcionamento continue satisfatório é o papel do nível operacional que contara para isso com uma quantidade definida de recursos e assumirá neste processo uma quantia de responsabilidades.

Se alguém da organização fala em problemas para um consultor externo, e a nível gerencial, trata-se de algo que escapou deste sistema de regulação no *down* da organização, de algo que saiu do previsto, sobretudo de algo que a organização julga não dispor de meios - métodos, conhecimentos, técnicas - ou recursos - tempo de resposta, pessoal capacitado, sistema de formação, etc. Ou seja, algo que sabe pouco o que seja, menos ainda como resolver e quase nada como encaminhar. E aí reside a utilidade da ergonomia no campo organizacional: através da modelagem do trabalho real poderá se estudar as cadeias de regulação informal, formalizando e até normatizando alguns desses procedimentos e, sobretudo num esforço de codificar toda uma prática informal, porém, na maioria das vezes, essencial para o bom andamento da produção.

Vidal (1999) afirma que o campo da organização também trata com entidades, até certo ponto, abstratas. Apesar de todas as evidências e materialidades dessa organização, ela é percebida e concebida, pelos altos dirigentes e parte dos gestores, no plano subjetivo. Nesta perspectiva (da subjetividade) a discussão acerca

da praticidade encontra muitas dificuldades, pois nada mais fácil do que desqualificar uma proposta ou alternativa com argumentos subjetivos.

O mais importante dessa ergonomia em seu aspecto prático é o fato de que, pela natureza de seus métodos e pela estrutura de conhecimento que mobiliza, não busca a aplicação de soluções prontas nem preconiza orientações absolutas, mas sim o desenvolvimento participativo de encaminhamentos possíveis na situação a que é chamado a intervir. Ergonomia, em termos organizacionais significa fazer a coisa certa, desde o início e de forma tão duradoura quanto estável for a organização mais geral da empresa ou organismo.

As aplicações que a ergonomia pode trazer para o plano organizacional se fundamentam na sabida determinação da tecnologia física sobre a organização do trabalho e as condições de trabalho, elementos que irão compor a equação dos resultados da empresa. As maiores aplicações da ergonomia no campo organizacional têm sido: modelagem de processos para a elaboração de cenários e roteiros para as mudanças organizacionais, análise dos requisitos das novas propostas organizacionais em termos de capacidades, limitações e demais características, especificando necessidades de treinamento e de novas competências, construção de roteiros de implementação para evitar a descapitalização ou desaproveitamento do capital de competência (*know-how*) existente, sobretudo no nível operacional e perícia e prevenção de acidentes (Vidal, 1999).

8 LEGISLAÇÃO SOBRE ERGONOMIA – A NR -17

A seguir apresentamos trechos da NR -17, pertinente ao trabalho realizado.

Esta Norma Regulamentadora visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário aos equipamentos e às condições ambientais do posto e à própria organização do trabalho.

8.1 Levantamento, transporte e descarga individual de materiais

Transporte manual de carga designa todo o transporte no qual o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a disposição da carga.

Transporte manual regular de cargas designa toda atividade realizada de maneira contínua ou que inclua, mesmo de forma descontínua, o transporte manual de cargas.

Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde e segurança.

O transporte e a descarga de materiais, feitos por impulsão ou tração de vagonetes sobre trilhos, carros de mão ou qualquer outro aparelho mecânico deverão ser executados de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou sua segurança.

O trabalho de levantamento de material feito com equipamento mecânico de ação manual deverá ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou sua segurança.

8.2 Condições ambientais de trabalho

As condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- b) índice de temperatura efetiva entre 20 e 23°
- c) velocidade do ar não superior a 0,75 m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40% (quarenta por cento).

Para as atividades que possuam as características definidas acima mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB (A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB.

Os parâmetros previstos nos subitens acima devem ser medidos nos postos de trabalho, sendo os níveis de ruído determináveis na altura do tórax do trabalhador.

Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.

A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidas na NBR 5413, Norma Brasileira registrada no INMETRO.

8.3 Organização do trabalho

A organização do trabalho deve ser adequada às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

A organização do trabalho para efeito desta NR deve levar em consideração, no mínimo:

- a) as normas de produção;
- b) o modo operatório;
- c) a exigência de tempo;
- d) a determinação do conteúdo de tempo;
- e) o ritmo de trabalho;
- e) o conteúdo das tarefas.

9 O SET UP - CONCEITOS

Set up pode ser definido, segundo Moura e Banzato (1996), como sendo “todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feito a primeira peça do lote posterior”.

Quando o tempo de *set up* é longo, a empresa está perdendo um tempo no qual esta máquina poderia estar fabricando peças que agregariam receitas à empresa.

Neste período em que está realizando-se o *set up* ocorre a diminuição de produtividade, pois os operários continuam recebendo seu pagamento do mesmo jeito (*input*). Porém, as máquinas estão paradas, não produzindo desta forma as mercadorias que quando são vendidas trazem receitas para a empresa (*output*).

O tempo para *set up* não agrega valor ao produto, daí a busca de eficiência nesta tarefa, por parte das empresas.

Então, logicamente, quanto mais breve for o tempo de *set up*, menor será a perda para a empresa.

Moura e Banzato (1996) afirmam que a redução do tempo de *set up* pode trazer outras vantagens para a empresa:

Lead Times mais curtos (o material que será processado não necessita “ficar esperando” os equipamentos ficarem prontos para a realização das operações).

Entrega na hora prometida (obtéem-se total controle sobre o tempo necessário para o *set up*, podendo-se determinar com maior exatidão quando as peças ficarão prontas. Além disso, como o coeficiente de produtividade é atingido mais rapidamente, não é necessário produzir muito a mais do que o pedido para suprir o número de peças defeituosas que saem no início da produção)

Quantidades menores (ocorre uma diminuição de refugos e retrabalhos durante o *set up*, não sendo necessário, desta forma, produzir peças a mais para suprir as defeituosas).

Segundo Moura e Banzato (1996), o melhor *set up* é não haver *set up*. Alguns exemplos:

“Uma instalação de processamento de alimentos do nordeste dos Estados

Unidos possuía cinco linhas de processamento. Cuidadosamente analisado o consumo dos produtos, duas linhas foram montadas para cada uma produzir permanentemente um sabor. Elas não tinham mais *set up* a fazer. A equipe partiu então para a tarefa de reduzir o tempo gasto no *set up* dos outros três maquinários, que ficaram encarregados das 19 variações restantes do produto.

Uma indústria de cosméticos de conhecida marca francesa possuía dois maquinários para fabricação de rímel; após cuidadoso exame, um deles foi montado para produzir permanentemente o produto preto, enquanto o outro ficou produzindo o azul e o marrom. Aí a equipe encarregada da Redução do Tempo de *Set up* concentrou-se em encurtar o tempo empregado no *set up* do segundo maquinário.

Uma indústria metal-mecânica resolveu destinar seu maquinário manual à produção exclusiva de determinado artigo, enquanto encarregaria as máquinas automáticas de fabricar as demais peças. As máquinas manuais foram depreciadas e colocadas à venda no momento em que foi encontrada essa solução.

Certa gráfica resolveu deixar a velha impressora permanentemente montada, para uma impressão repetitiva, enquanto a equipe passava a cuidar de reduzir o tempo de *set up* naquela que acabara de ser adquirida.

A série de exemplos dessa linha é infindável. A questão básica é a equipe compreender que deve haver um modo de trabalhar sem *set up*. Depois dessa consideração, a equipe estará pronta para avançar na tarefa de, nas máquinas mais adequadas, reduzir o tempo de *set up*. Faria feio a equipe que consumisse tempo e trabalho na redução do tempo de *set up* para depois verificar que este tempo poderia ser simplesmente eliminado. Juntamente com os operadores e a administração da empresa, o planejamento da produção e a engenharia de produção devem considerar se poderão eliminar alguns dos *set ups* atualmente feitos na fábrica.

(...) Se uma empresa dispuser de vários maquinários similares ou duplicados e precisar fabricar um volume de determinada peça ou família de peças que seja suficiente para tanto, você poderá pensar na possibilidade de eliminar o tempo destinado ao *set up*, deixando o maquinário permanentemente montado e pronto para fabricá-las” (Moura e Banzato, 1996).

10 DESCRIÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa objeto do nosso estudo se chama Companhia Brasileira de Cartuchos, mais conhecida como CBC.

Foi fundada em 1926 por imigrantes italianos que se propuseram a confeccionar seus próprios cartuchos, ao invés de importá-los, no bairro do Brás, na cidade de São Paulo, com o nome de Fábrica Nacional de Cartuchos e Munições (FNCM).

Com a revolução constitucionalista de 1932, a FNCM teve sua primeira incursão na área militar, fornecendo munições calibre 7mm para as Forças Revolucionárias.

Em 1936, a empresa mudou seu comando acionário, passando a ser controlada pela Remington Arms (norte-americana) e ICI (inglesa), passando a se chamar Companhia Brasileira de Cartuchos. A empresa se mudou para Utinga – Santo André – SP, e foi equipada com maquinário norte-americano.

Com a Segunda Guerra Mundial, a empresa participou do esforço de guerra destinando toda a sua produção às Forças Armadas Brasileiras.

Em 1942 foi comprada a gleba de 1.883.564 m² no município de Ribeirão Pires - SP, onde a unidade de fabricação de munições para armas curtas, armas longas e canhões está instalada atualmente, inicialmente como campo de provas.

A empresa foi nacionalizada em 1979, quando 70% do seu controle acionário foi adquirido pelos seus diretores, e os 30% restantes foram adquiridos pela Imbel.

Em 1989 a empresa foi adquirida pelo seu atual proprietário (Grupo Arbi Participações S.A.), que assumiu os 70% das ações em poder dos diretores.

Atualmente, a CBC conta com duas unidades produtivas, localizadas em Ribeirão Pires/SP e em Montenegro/RS. Em Ribeirão Pires funcionam as fábricas de munições, de pólvora e de misturas iniciadoras, a engenharia e a administração da empresa.



Figura 5- Fábrica de Ribeirão Pires (Munições para Armas Curtas, Armas Longas e Canhões)

A fábrica de Montenegro, inaugurada em novembro de 2000, produz cartuchos de caça e armas longas.



Figura 6- Fábrica de Montenegro (Munições de Caça e Armas Longas)

A CBC fabrica uma diversificada linha de produtos de uso civil, policial e militar, tais como munições para armas curtas e longas, componentes de munições, espingardas e rifles com qualidade e desempenho reconhecidos internacionalmente.

Atualmente a empresa também trabalha com algemas e coletes balísticos, além de sistemas de segurança pública de última geração, e conta com aproximadamente 1.200 funcionários em suas duas unidades.

11 O SETOR OBJETO DO ESTUDO: A FÁBRICA DE COPOS E O IMPACTO DO AUMENTO DO NÚMERO DE *SET UPS*

A Fábrica de Copos é um setor da CBC onde é produzida a matéria prima para a fabricação dos estojos (componentes que suportam toda a pressão exercida pelos gases resultantes da queima da pólvora durante o tiro).

O objetivo básico deste setor é transformar uma chapa laminada de latão em uma peça cilíndrica (com aspecto de um pequeno copo, como o nome sugere), que após recozimentos e estiramentos se tornará um estojo apto a ser utilizado como munição. Grande parte da Qualidade do produto final depende da qualidade do material produzido nesse setor.

Para tanto, são utilizadas prensas excêntricas de dupla ação, com movimentos que promovem o corte e o embutimento da peça. Após o *set up* da máquina, este processo é realizado de forma automática e contínua, com puxador automático da tira de latão.

Em determinado momento, o número de *set ups* realizados na Fábrica de Copos aumentou, pois com a competição que tomou conta do mercado, e com a produção voltada também para o mercado externo, a CBC se viu obrigada a tornar-se mais competitiva, e esse aumento do número de *set ups* era primordial para alcançar esse objetivo.

Assim, tomou-se a decisão de reduzir ao máximo possível os desperdícios existentes em toda a empresa, reduzindo o custo. E foi percebido que um dos maiores desses desperdícios é o dinheiro parado em material estocado, o que teria de ser eliminado.

Para tanto, foi implantado, no ano de 2000, com a ajuda de consultorias internacionais, o chamado *Toyota Production System* (TPS), também conhecido como *just-in-time* (JIT) ou sistema de produção puxado, através do qual se procura trabalhar com o mínimo de estoque possível, eliminando o máximo possível os desperdícios.

Em todos os setores da CBC, incluindo aí a Fábrica de Copos, foram estabelecidos limites (“níveis”) de início e final da produção dos diversos produtos, conforme a necessidade de consumo nas operações posteriores.

Foi adotado um sistema de *kambans*, que indicam a necessidade de início ou parada de produção dos diversos tipos de produtos.

Porém, como já foi dito, para que se pudesse trabalhar com esses estoques menores, que foram sendo reduzidos paulatinamente, o número de *set ups* aumentou de forma significativa, elevando também a relevância da função mecânico de produção, responsável pela execução das atividades.

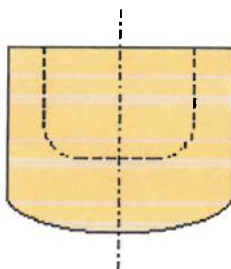


Figura 7- Exemplo ilustrativo de um copo de latão.

Em 2002, quando se decidiu por uma redução mais drástica do estoque da Fábrica de Copos, houve um trabalho para melhoria nas condições ergonômicas na função “Mecânico de Produção”, no que se refere à atividade *set up*, ressaltando que até então nunca houvera afastamentos no setor relacionados à questão ergonômica ou de acidente.

Os mecânicos de produção da Fábrica de Copos têm a seguintes atribuições:

- Zelar pela Qualidade do material que está sendo produzido, através de medições frequentes;
- Preparar o ferramental;
- Verificar se o ferramental está em condições, durante o trabalho;
- Fazer o *set up* das máquinas
- Promover o bom funcionamento dos equipamentos;
- Abastecer as máquinas com as chapas laminadas de latão.

Dentro do elenco de tarefas dos mecânicos de produção da Fábrica de Copos, a realização do *set up* das máquinas foi escolhida pela empresa para ser analisada, por dois motivos principais:

1- Solicitações e reclamações constantes dos funcionários de que as condições fossem mudadas, mesmo antes da implantação do novo sistema de produção, uma vez que a tarefa era bastante penosa, desconfortável e desgastante. Naquele momento o número de pedidos desta natureza aumento, diante da perspectiva de aumento do número de *set ups*, visto que os estoques seriam reduzidos devido ao sistema puxado de produção em implantação na empresa.

2- Necessidade de atendimento ao novo sistema de produção, que dependia de um aumento de *set ups* em toda a fábrica, sendo a Fábrica de Copos mais sensível à mudança desse sistema devido ao conceito de suas máquinas (produção em larga escala de um único tipo de produto).

A jornada normal dos trabalhadores que trabalham na Fábrica de Copos é de 8,8h por dia, de segunda a sexta-feira, com pausa de uma hora para almoço, em dois turnos de produção, mas, de acordo com o volume de produção, trabalha-se em regime de horas extras durante o fim de semana e/ ou em algumas horas a mais durante o expediente da semana.

Os mecânicos de produção que trabalham na Fábrica de Copos são basicamente os mesmos desde 2002 até os dias atuais, observando-se assim uma baixa rotatividade neste cargo.

Na função operador de produção, que algumas vezes auxiliam na tarefa, nota-se uma rotatividade maior.

Segue abaixo *lay out* esquemático da Fábrica de Copos:

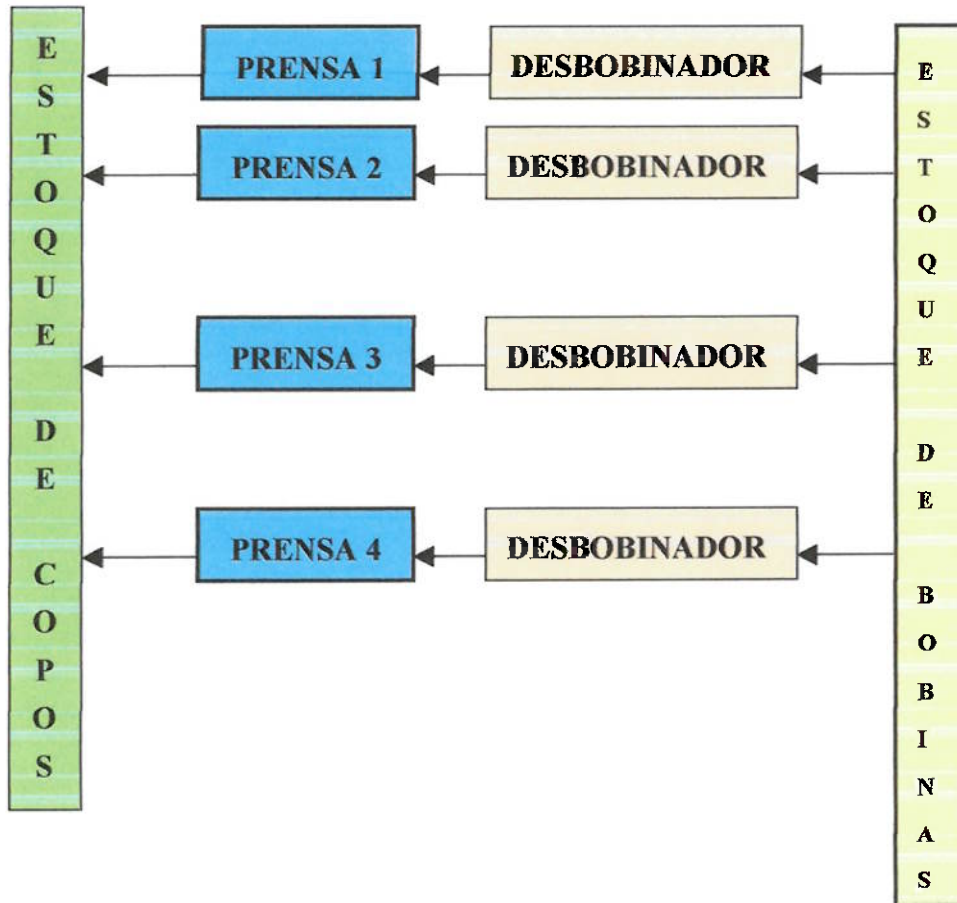


Figura 8- Layout esquemático da Fábrica de Copos

12 METODOLOGIA

O estudo de caso em questão foi composto de uma etapa de análise da situação corrente, baseada num levantamento de dados, uma etapa de planejamento das ações a serem executadas, e uma etapa da execução das ações.

No ano de 2002 foi constituído o grupo de redução do tempo de *set up* da Fábrica de Copos, onde participavam os seguintes funcionários, que fizeram treinamento em técnicas de troca rápida de ferramentas:

- Assistente técnico da Fábrica de Copos
- Supervisor da Fábrica de Copos
- Engenheiro Trainee da engenharia de produto e processos (voltado à Fábrica de Copos)
- Analista da qualidade do setor Fogo Central
- Engenheiro Trainee do setor Fogo Central
- Supervisor do setor Fogo Central

Os três últimos, apesar de não pertecerem à Fábrica de Copos, participaram do grupo em sua fase de levantamento de dados porque já tinham certa experiência acumulada com a utilização de técnicas para redução do tempo de *set up* no seu setor. No departamento chamado de Fogo Central esse expediente já havia sido utilizado e as ações já estavam em execução naquele momento.

Durante uma semana, essas seis pessoas acompanharam a realização de diversos *set ups* na Fábrica de Copos.

Cinco pessoas, utilizando pranchetas, canetas e cronômetros listavam as operações que estavam sendo realizadas pelo executor do *set up*, e indicava o tempo dispendido em cada uma dessas operações.

A sexta pessoa anotava os deslocamentos (local de saída e local de chegada) dos funcionários envolvidos nos *set ups*, observando o caminho escolhido, e posteriormente foram levantadas essas distâncias para avaliação da ordem de grandeza desses deslocamentos durante a operação.

Mais tarde, os dados reunidos durante essa semana foram reunidos e compilados. Foram separadas as atividades que poderiam ter sido realizadas *antes* do *set up* daquelas que teriam de ser necessariamente realizadas *durante* o *set up*.

Após o levantamento, perguntou-se aos funcionários o que eles necessitavam para que houvesse melhoria daquela situação, e notou-se que durante o levantamento de informações eles mesmos observaram muitos pontos que podiam ser melhorados.

Em seguida foi traçado um plano de ações, baseado no levantamento e análise das informações e das necessidades trazidas pelos funcionários.

Esse plano de ações foi executado e foi observada a sua efetividade, expressada pelos comentários do dia-a-dia, dos mecânicos de produção.

13 O *SET UP* NA FÁBRICA DE COPOS- ANÁLISE DA TAREFA DO MECÂNICO DE PRODUÇÃO

O trabalho dos mecânicos de produção da Fábrica de Copos foi analisado pelo Grupo de Redução do Tempo de *Set Up* da Fábrica de Copos, durante uma semana.

Como já dissemos, uma das atribuições desses funcionários é fazer o *set up* das máquinas, basicamente trocando o bloco porta ferramentas colunado (peso aproximado: 300 – 350 kg) e também fazer as correções necessárias de regulagem ou troca de ferramenta quando, através do acompanhamento das Cartas de Controle, for notada tendência de ocorrer fabricação de peças fora das medidas especificadas.

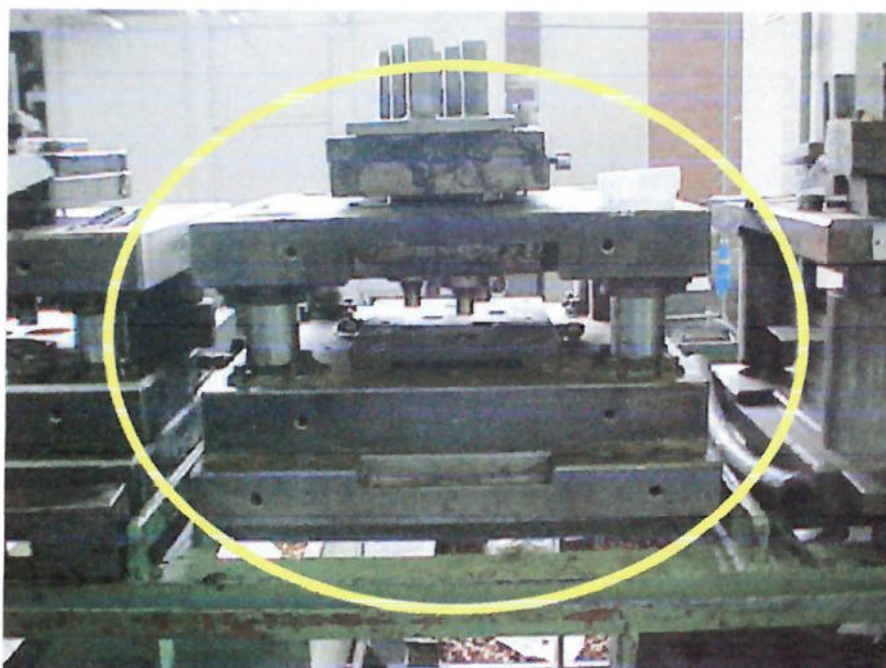


Figura 9- Bloco Porta Ferramentas

No caso da Fábrica de Copos, foi levantado que existiam os seguintes tipos de *set up*:

- *Set up* 1: troca de produto envolvendo troca completa do ferramental (ferramentas e bloco porta-ferramentas) e substituição do tipo de

matéria prima utilizada

- *Set up 2*: troca de produto envolvendo troca parcial do ferramental (somente as ferramentas – porém de qualquer maneira o bloco porta ferramentas tem de ser retirado para troca do ferramental e substituição do tipo de matéria prima utilizada
- *Set up 3*: troca de produto envolvendo troca completa do ferramental (ferramentas e bloco porta-ferramentas), mantendo o mesmo tipo de matéria prima utilizada.
- *Set up 4*: troca de produto envolvendo troca parcial do ferramental (somente as ferramentas – porém de qualquer maneira o bloco porta ferramentas tem de ser retirado para troca do ferramental), mantendo o mesmo tipo de matéria prima utilizada.

O trabalho era realizado em dois tipos de prensas: de 60 e de 90 toneladas-força, porém a troca de ferramental nos dois tipos de máquina seguia o mesmo padrão.

Até meados do ano de 2002, o *set up* desse setor demorava de 5 a 8 horas de trabalho para ser concluído, e eram freqüentes as queixas com relação à dificuldade de realização da tarefa.

No dia-a-dia da empresa eram constantes as solicitações de melhoria das condições de realização desta tarefa, por parte dos funcionários envolvidos.

Naquele momento o número de pedidos desta natureza aumentou, diante da perspectiva de aumento do número de *set ups*, visto que os estoques seriam reduzidos devido ao sistema puxado de produção em implantação.

A realização de um *set up* exigia a utilização de muita força, deslocamentos constantes que resultavam em alguns quilômetros de caminhada e atividades que obrigavam as pessoas a ficarem em posturas não adequadas.

Os mecânicos trabalhavam muitas vezes em posições inadequados, devido à dificuldade de acesso para prender parafusos, além de terem de lidar com o bloco

porta-ferramentas, que é bastante pesado e tinha de ser puxado para ser retirado e empurrado para ser colocado na máquina.

Tudo isso fazia com que a tarefa fosse bastante penosa, desconfortável e desgastante.

Além disso, havia o potencial de ocorrerem afastamentos devido à má postura ou mesmo acidente.

Porém, nunca houve afastamentos por motivos relacionados ao trabalho neste setor, apesar desse risco.

Nessa fase de observação, alguns fatores foram levantados como potenciais pontos a serem melhorados.

Eram eles:

- Os blocos porta ferramentas ficavam amontoados e sem organização;
- Não havia local para preparação desses blocos porta-ferramentas (na etapa de levantamento de dados e análise, foram estabelecidas, junto com os trabalhadores, tarefas que podiam ser feitas fora do momento do set up);
- As ferramentas necessárias para a realização do set up estavam dispersas pelo setor, e muitas vezes se encontravam longe do local onde a tarefa seria realizada;
- Cada bloco porta ferramentas tinha dimensões externas próprias, sendo um diferente do outro;
- Alguns blocos porta ferramentas eram fixados nas bases inferior e superior da máquina por parafusos de difícil acesso, enquanto outros tinha de ser presos por grampos;
- Se durante o set up, já na fase de ajuste, o mecânico verificasse que determinado punção ou matriz de embutimento não estava possibilitando ajuste do conjunto ou provocava defeito no produto, o bloco porta ferramentas inteiro tinha de ser retirado para substituição daquela única ferramenta;
- Os mecânicos tinham de andar longas distâncias durante o set up, nas

muitas idas e vindas que ocorriam devido à má organização do setor;

- Alto nível de ruído (L_{avg} de 112 dBA);
- Manuseio inadequado do bloco porta ferramentas (utilização de diversos calços de madeira para suportar a base superior);
- Falta de funcionalidade do bloco porta ferramenta (não havia padronização das dimensões externas do bloco porta ferramentas, o que obrigava o uso de diferentes ferramentas para sua fixação e montagem);
- Dificuldade na movimentação do bloco devido a seu peso;
- Desbobinador simples (permite a entrada de apenas uma bobina de latão por vez).

O trabalho era bastante penoso e estressante. E para complicar mais, qualquer atraso num *set up* pode significar a parada da produção de toda a fábrica, devido ao sistema puxado de produção.

Foi feito um levantamento de todos os eventos que aconteciam durante a tarefa, conforme segue:

***Set up* tipo 1**

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Procurar a ferramenta para soltar a bobina do desbobinador;
4. Com o auxílio da ponte rolante, retirar a bobina do desbobinador e depositá-la em local apropriado;
5. Novamente utilizando a ponte rolante, retira do local apropriado a bobina de matéria prima que será utilizada para a fabricação do outro produto;
6. Colocação e fixação da bobina no desbobinador;
7. Soltar os parafusos de fixação do porta punção;
8. Soltar o porta-punção (quatro parafusos);
9. Buscar pequenos tocos de madeira;
10. Calçar a base superior do bloco porta ferramentas com pequeno toco de madeira, para evitar que caia em suas mãos;

11. Buscar a chave adequada para os parafusos de fixação das bases superior e inferior;
12. Soltar os parafusos de fixação da base superior;
13. Soltar os parafusos de fixação de base inferior;
14. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, retirar o calço e descer a base superior, até que se apóie na inferior;
15. Buscar o carrinho de transporte;
16. Em duas pessoas, puxar o bloco porta-ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
17. Levar o bloco no carrinho até o local de armazenamento;
18. Retirar o bloco do carrinho;
19. Levar o carrinho até o local onde está armazenado o bloco que será colocado na máquina;
20. Puxar o bloco porta-ferramentas do local onde está armazenado até o carrinho;
21. Levar o carrinho até a base da máquina;
22. Em duas pessoas, empurrar o bloco porta-ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
23. Colocar o porta punção (com os punções já colocados) na máquina; apertando quatro parafusos;
24. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, levantar a base superior do bloco até que ela se apóie no martelo da máquina, tendo o cuidado de encaixar os pinos de guia nos furos do martelo, e calçar com um toco de madeira;
25. Apertar os quatro parafusos de fixação da base superior;
26. Apertar os quatro parafusos de fixação da base inferior;
27. Alimentação da matéria prima na máquina;
28. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;
29. Produzir alguns copos;
30. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para

serem verificados);

31. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Set up tipo 2

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Procurar a ferramenta para soltar a bobina do desbobinador;
4. Com o auxílio da ponte rolante, retirar a bobina do desbobinador e depositá-la em local apropriado;
5. Novamente utilizando a ponte rolante, retira do local apropriado a bobina de matéria prima que será utilizada para a fabricação do outro produto;
6. Colocação e fixação da bobina no desbobinador;
7. Soltar os parafusos de fixação do porta punção;
8. Soltar o porta-punção (quatro parafusos);
9. Buscar pequenos tocos de madeira;
10. Calçar a base superior do bloco porta ferramentas com pequeno toco de madeira, para evitar que caia em suas mãos;
11. Buscar a chave adequada para os parafusos de fixação das bases superior e inferior;
12. Soltar os parafusos de fixação da base superior;
13. Soltar os parafusos de fixação de base inferior;
14. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, retirar o calço e descer a base superior, até que se apóie na inferior;
15. Buscar o carrinho de transporte;
16. Em duas pessoas, puxar o bloco porta-ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
17. Levar o bloco no carrinho até o local onde será feita a troca de ferramental;
18. Retirar o bloco do carrinho;
19. Com a ajuda de talha, retirar a base superior do bloco;
20. Apoiar a base superior lateralmente na mesa de trabalho;

21. Buscar chave necessária para soltar os corta discos;
22. Soltar os corta discos;
23. Guardar os corta discos que estavam sendo utilizados e buscar os que serão montados no bloco;
24. Montar os corta discos no bloco;
25. Buscar a chave necessária para soltar a guia da tira e as matrizes;
26. Retirar a guia da tira (quatro parafusos);
27. Soltar as matrizes;
28. Guardar as matrizes que estavam sendo utilizadas e buscar as que serão montadas no bloco;
29. Montar as matrizes no bloco;
30. Fixar a guia da tira;
31. Com a ajuda da talha, remontar a base superior na base inferior do bloco;
32. Retirar os punções que estavam sendo utilizados no porta punção;
33. Guardar os punções que estavam sendo utilizados e buscar os que serão montados no bloco;
34. Colocar os punções (que serão utilizados) no porta punções;
35. Buscar o carrinho de transporte;
36. Puxar o bloco porta-ferramentas do local onde se encontra até o carrinho;
37. Levar o carrinho até a base da máquina;
38. Em duas pessoas, empurrar o bloco porta-ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
39. Colocar o porta punção (com os punções já colocados) na máquina; apertando quatro parafusos;
40. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, levantar a base superior do bloco até que ela se apóie no martelo da máquina, tendo o cuidado de encaixar os pinos de guia nos furos do martelo, e calçar com um toco de madeira;
41. Apertar os quatro parafusos de fixação da base superior;
42. Apertar os quatro parafusos de fixação da base inferior;
43. Alimentação da matéria prima na máquina;
44. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;

45. Produzir alguns copos;
46. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para serem verificados);
47. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Set up tipo 3

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Soltar os parafusos de fixação do porta punção;
4. Soltar o porta-punção (quatro parafusos);
5. Buscar pequenos tocos de madeira;
6. Calçar a base superior do bloco porta ferramentas com pequeno toco de madeira, para evitar que caia em suas mãos;
7. Buscar a chave adequada para os parafusos de fixação das bases superior e inferior;
8. Soltar os parafusos de fixação da base superior;
9. Soltar os parafusos de fixação de base inferior;
10. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, retirar o calço e descer a base superior, até que se apóie na inferior;
11. Buscar o carrinho de transporte;
12. Em duas pessoas, puxar o bloco porta-ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
13. Levar o bloco no carrinho até o local de armazenamento;
14. Retirar o bloco do carrinho;
15. Levar o carrinho até o local onde está armazenado o bloco que será colocado na máquina;
16. Puxar o bloco porta-ferramentas do local onde está armazenado até o carrinho;

17. Levar o carrinho até a base da máquina;
18. Em duas pessoas, empurrar o bloco porta-ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
19. Colocar o porta punção (com os punções já colocados) na máquina; apertando quatro parafusos;
20. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, levantar a base superior do bloco até que ela se apóie no martelo da máquina, tendo o cuidado de encaixar os pinos de guia nos furos do martelo, e calçar com um toco de madeira;
21. Apertar os quatro parafusos de fixação da base superior;
22. Apertar os quatro parafusos de fixação da base inferior;
23. Alimentação da matéria prima na máquina;
24. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;
25. Produzir alguns copos;
26. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para serem verificados);
27. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Set up tipo 4

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Procurar a ferramenta para soltar a bobina do desbobinador;
4. Com o auxílio da ponte rolante, retirar a bobina do desbobinador e depositá-la em local apropriado;
5. Novamente utilizando a ponte rolante, retirar do local apropriado a bobina de matéria prima que será utilizada para a fabricação do outro produto;
6. Colocação e fixação da bobina no desbobinador;
7. Soltar os parafusos de fixação do porta punção;

8. Soltar o porta-punção (quatro parafusos);
9. Buscar pequenos tocos de madeira;
10. Calçar a base superior do bloco porta ferramentas com pequeno toco de madeira, para evitar que caia em suas mãos;
11. Buscar a chave adequada para os parafusos de fixação das bases superior e inferior;
12. Soltar os parafusos de fixação da base superior;
13. Soltar os parafusos de fixação de base inferior;
14. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, retirar o calço e descer a base superior, até que se apóie na inferior;
15. Buscar o carrinho de transporte;
16. Em duas pessoas, puxar o bloco porta-ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
17. Levar o bloco no carrinho até o local onde será feita a troca de ferramental;
18. Retirar o bloco do carrinho;
19. Com a ajuda de talha, retirar a base superior do bloco;
20. Apoiar a base superior lateralmente na mesa de trabalho;
21. Buscar chave necessária para soltar os corta discos;
22. Soltar os corta discos;
23. Guardar os corta discos que estavam sendo utilizados e buscar os que serão montados no bloco;
24. Montar os corta discos no bloco;
25. Buscar a chave necessária para soltar a guia da tira e as matrizes;
26. Retirar a guia da tira (quatro parafusos);
27. Soltar as matrizes;
28. Guardar as matrizes que estavam sendo utilizadas e buscar as que serão montadas no bloco;
29. Montar as matrizes no bloco;
30. Fixar a guia da tira;
31. Com a ajuda da talha, remontar a base superior na base inferior do bloco;
32. Retirar os punções que estavam sendo utilizados no porta punção;

33. Guardar os punções que estavam sendo utilizados e buscar os que serão montados no bloco;
34. Colocar os punções (que serão utilizados) no porta punções;
35. Buscar o carrinho de transporte;
36. Puxar o bloco porta-ferramentas do local onde se encontra até o carrinho;
37. Levantar o carrinho até a base da máquina;
38. Em duas pessoas, empurrar o bloco porta-ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
39. Colocar o porta punção (com os punções já colocados) na máquina; apertando quatro parafusos;
40. Com ajuda de uma alavanca e de um auxiliar, levantar a base superior do bloco até que ela se apóie no martelo da máquina, tendo o cuidado de encaixar os pinos de guia nos furos do martelo, e calçar com um toco de madeira;
41. Apertar os quatro parafusos de fixação da base superior;
42. Apertar os quatro parafusos de fixação da base inferior;
43. Alimentação da matéria prima na máquina;
44. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;
45. Produzir alguns copos;
46. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para serem verificados);
47. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Portanto, o retrato da situação corrente era o seguinte:

- Número de atividades no *Set up* 1: 31
- Número de atividades no *Set up* 2: 47
- Número de atividades no *Set up* 3: 27
- Número de atividades no *Set up* 4: 47

14 O SET UP REVISTO NA FÁBRICA DE COPOS

Como foi citado anteriormente, a empresa passou a trabalhar num sistema puxado de produção.

A implantação deste sistema de produção fez com que os setores tivessem a necessidade de ganhar agilidade nos seus processos, principalmente o processo de realização de um set up, devido à eliminação de grande volume dos estoques de segurança. Os *set ups* passaram a ser realizados com frequência bem maior que outrora.

No caso da Fábrica de Copos esse fato foi especialmente sentido, uma vez que o setor conta com quatro máquinas para atender todos os outros setores da Fábrica. Os copos são consumidos em dez máquinas de outros departamentos (algumas delas com grande capacidade de produção) que trabalham simultaneamente e podem estar utilizando copos diferentes.

Por isso, foram tomadas medidas de redução de tempo de *set up* por toda a fábrica, inclusive na Fábrica de Copos. Essas medidas foram intervenções ergonômicas que tinham o objetivo de facilitar a execução das tarefas, reduzindo a exposição a riscos ergonômicos, e foram definidas a partir da análise de levantamento de dados, em conjunto com os mecânicos de produção do setor.

Especificamente neste setor, foram tomadas as seguintes providências, entre outras:

- Enclausuramento acústico das prensas;
- Criação de carrinho para levar as ferramentas necessárias para a realização do set up no local;



Figura 10- Carrinho porta ferramentas (tipo painel)

- Instalação de dispositivo hidráulico de fixação dos blocos porta ferramentas;

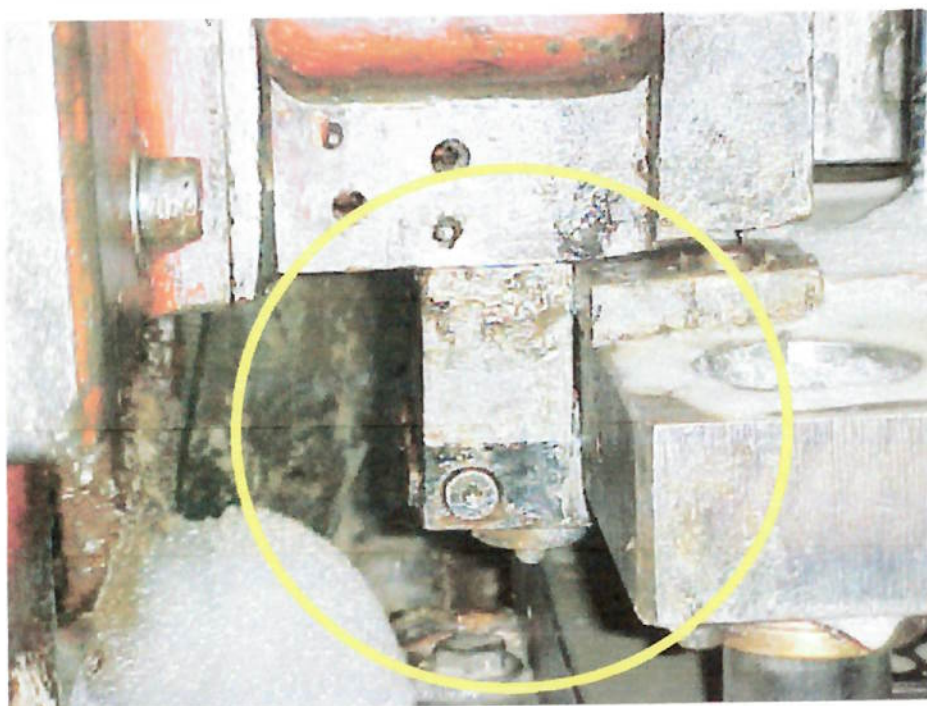


Figura 11- Dispositivo hidráulico para fixação do bloco (base superior)

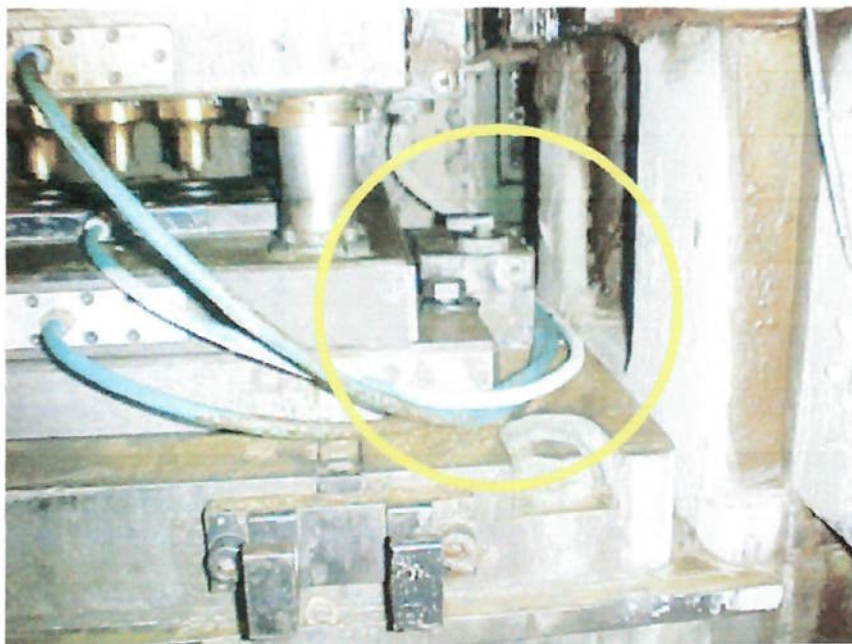


Figura 12- Dispositivo hidráulico para fixação do bloco (base inferior)

- Padronização dos blocos porta ferramentas, para possibilitar utilização do sistema hidráulico de fixação;
- Foram feitos furos nos martelos das máquinas, possibilitando a retirada de punções sem a necessidade de retirada do bloco;

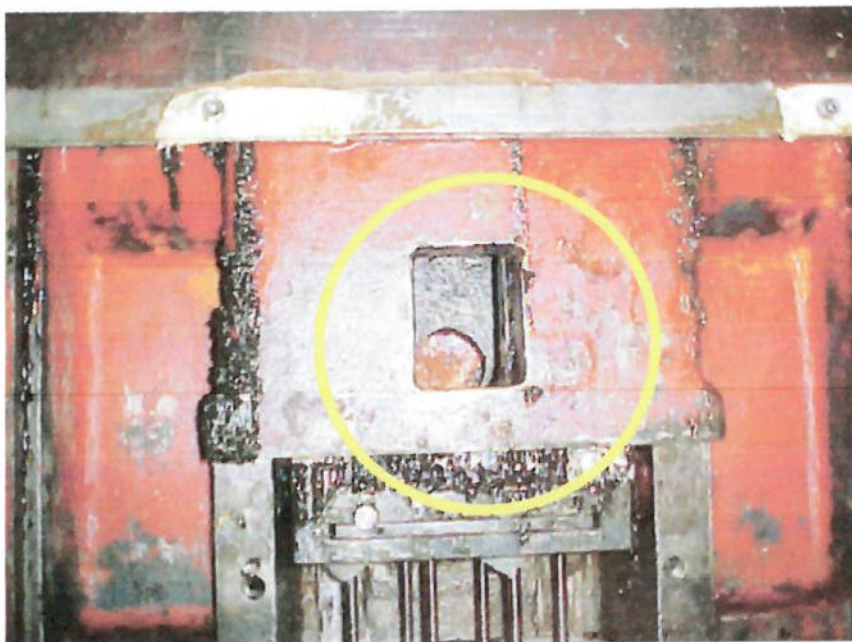


Figura 13- Abertura para retirada dos punções

- Porta punções reprojeto e padronizado, garantindo assim a possibilidade de retirada de punções sem necessidade de retirar o bloco;
- Blocos porta ferramentas reprojeto, padronizando sua dimensão externa;
- Bloco, punções, matrizes e corta discos tiveram suas tolerâncias de fabricação reavaliadas, de modo a reduzir a necessidade de ajuste;
- Reorganização de punções, corta-discos e matrizes no setor, de acordo com o tipo de produto;

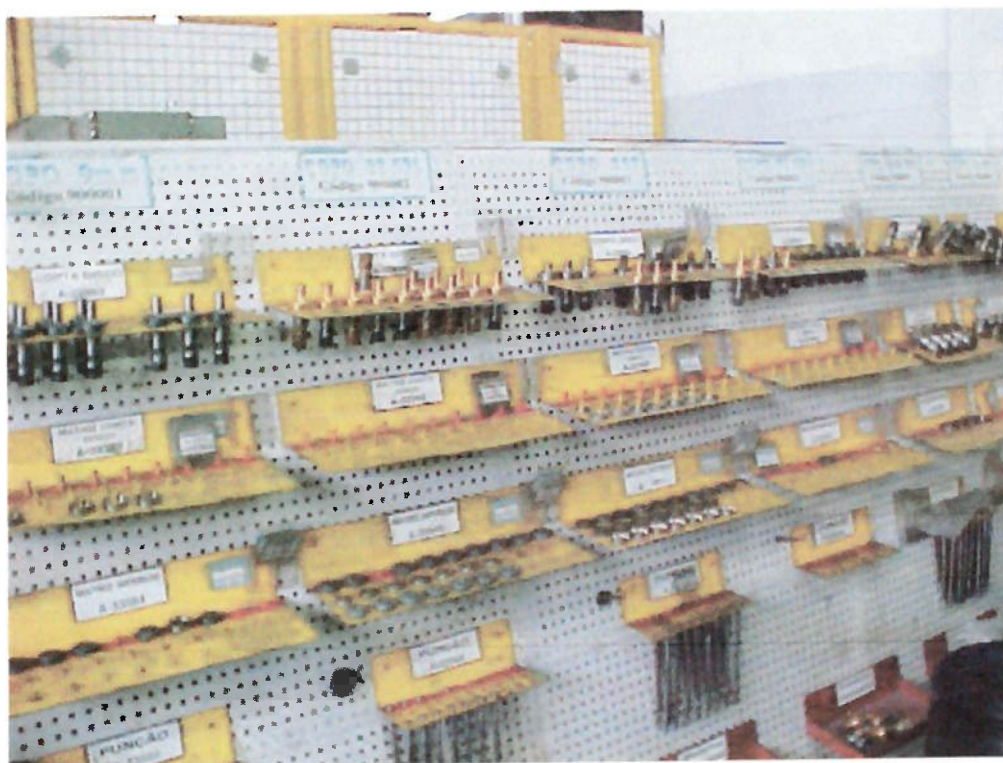


Figura 14- Organização do ferramental (por produto)

- Instalação de braços removíveis para introdução do bloco nas máquinas;

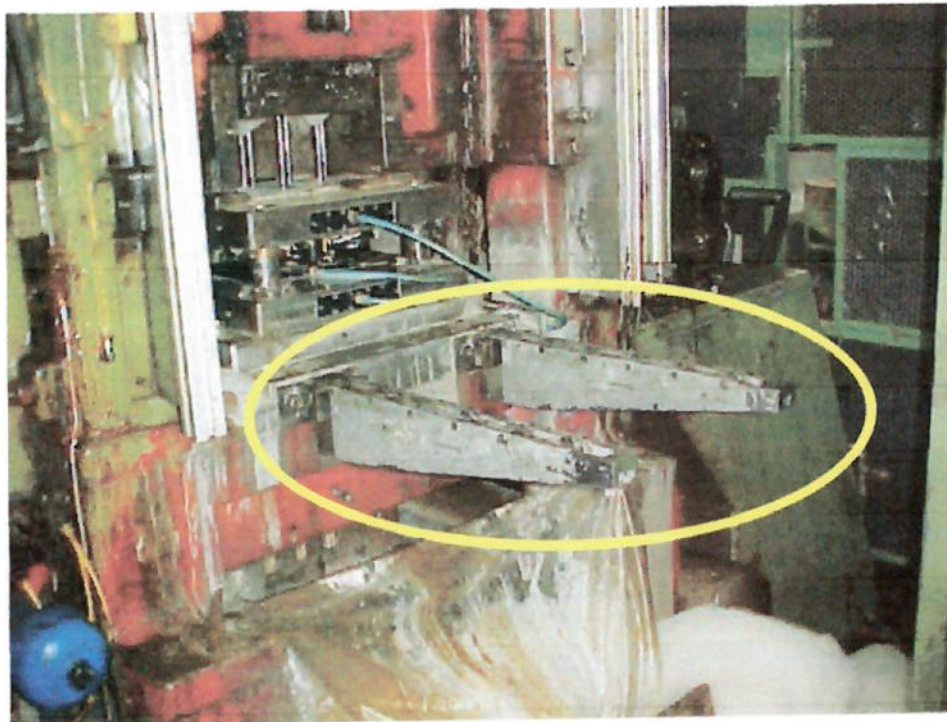


Figura 15- Braços Removíveis

- Instalação régua roletada de acionamento hidráulico na base da máquina para reduzir o atrito quando se introduz o bloco na máquina;
- Instalação de régua roletada no carrinho de transporte de blocos;
- Utilização de desbobinador duplo (basta rotacioná-lo para que haja a mudança de matéria prima);
- Aquisição de mais blocos porta ferramentas (para os tipos de blocos que fabricam mais de um tipo de produto).
- Os mecânicos de produção foram treinados de forma a utilizarem todo o potencial dos novos equipamentos disponíveis, e inclusive passaram conhecimento para os auxiliares de produção que algumas vezes colaboram na realização dos *set ups*

Após a implementação dos itens já citados, houve uma profunda reformulação no conceito do *set up*. Foram determinadas atividades que são

possíveis de serem realizadas com a máquina trabalhando (*pré-set up*), distribuindo melhor o esforço dispendido na tarefa.

Com a aquisição de mais blocos porta ferramentas (para os tipos que fabricam mais de um tipo de produto), os *set ups* dos tipos 2 e 4 deixaram de existir, uma vez que o bloco similar passou a ser preparado no *pré- set up*.

Essas atividades são planejadas de modo a não interferirem na produção.

Os *set ups* passaram a ser realizados conforme segue:

***Set up* tipo 1**

a) *Pré- set up*

1. Preparação do bloco porta- ferramentas, limpeza, montagem de punções, corta discos e matrizes conforme o produto que será produzido;
2. Levar o carrinho porta ferramentas (tipo painel) próximo à máquina;
3. Utilizando a ponte rolante, retira do local apropriado a bobina de matéria prima que será utilizada para a fabricação do outro produto e põe no desbobinador (lado que não está sendo utilizado);
4. Levar o carrinho de transporte do bloco próximo à máquina.

b) *Set up*

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Rotacionar o desbobinador em 180°;
4. Calçar a base superior com macaco hidráulico;
5. Retirar os punções pela abertura do martelo menor da máquina;
6. Retirar o porta punção (quatro parafusos);
7. Despressurizar o sistema hidráulico de fixação;
8. Retirar os macacos hidráulicos, abaixando a base superior;
9. Posicionar os braços roletados de entrada/ saída do bloco da máquina;
10. Acionar o levantamento da régua roletada instalada na base da máquina;

11. Puxar o bloco porta- ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
12. Levar o bloco no carrinho até o local de armazenamento;
13. Retirar o bloco do carrinho;
14. Pegar o bloco que será colocado na máquina;
15. Puxar o bloco porta- ferramentas do local onde está armazenado até o carrinho;
16. Levar o carrinho até a máquina;
17. Empurrar o bloco porta- ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
18. Colocar o porta punção na máquina; apertando quatro parafusos;
19. Colocar os punções pela abertura do martelo e posicionando o bloco;
20. Abaixar a régua roletada;
21. Com uma alavanca, levantar a base superior até que se encoste ao martelo e calçar com macaco hidráulico;
22. Acionar o sistema de fixação hidráulico superior;
23. Acionar o sistema de fixação hidráulico inferior;
24. Alimentação da matéria prima na máquina;
25. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;
26. Produzir alguns copos;
27. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para serem verificados);
28. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Set up tipo 3

a) Pré- set up

1. Preparação do bloco porta-ferramentas, limpeza, montagem de punções,

- corta discos e matrizes conforme o produto que será produzido;
2. Levar o carrinho porta ferramentas (tipo painel) próximo à máquina;
 3. Levar o carrinho de transporte do bloco próximo à máquina.

b) Set up

1. Desligar a máquina;
2. Rebobinar a matéria prima (desbobinador automático);
3. Calçar a base superior com macaco hidráulico;
4. Retirar os punções pela abertura do martelo menor da máquina;
5. Retirar o porta punção (quatro parafusos);
6. Despressurizar o sistema hidráulico de fixação;
7. Retirar os macacos hidráulicos, abaixando a base superior;
8. Posicionar os braços roletados de entrada/ saída do bloco da máquina;
9. Acionar o levantamento da régua roletada instalada na base da máquina;
10. Puxar o bloco porta-ferramentas de cima da base da máquina para o carrinho hidráulico de transporte;
11. Levar o bloco no carrinho até o local de armazenamento;
12. Retirar o bloco do carrinho;
13. Pegar o bloco que será colocado na máquina;
14. Puxar o bloco porta-ferramentas do local onde está armazenado até o carrinho;
15. Levar o carrinho até a máquina;
16. Empurrar o bloco porta-ferramentas de cima do carrinho para a base da máquina;
17. Colocar o porta punção na máquina; apertando quatro parafusos;
18. Colocar os punções pela abertura do martelo e posicionando o bloco;
19. Abaixar a régua roletada;
20. Com uma alavanca, levantar a base superior até que se encoste ao martelo e calçar com macaco hidráulico;
21. Acionar o sistema de fixação hidráulico superior;
22. Acionar o sistema de fixação hidráulico inferior;

23. Alimentação da matéria prima na máquina;
24. Regular o passo de avanço da chapa de latão laminada;
25. Produzir alguns copos;
26. Verificar a qualidade do produto, confrontando as medidas encontradas com as especificações (obs: tarefa deve ser feita para cada canal do bloco. Dependendo do tamanho do copo, pode haver de 03 a 07 canais para serem verificados);
27. Se necessário, fazer ajustes, calçando o bloco onde for necessário, até que todos os canais estejam ok.

Resumindo, o número de atividades em cada *set up* ficou assim (atividades realizadas *durante o set up*):

- *Set up* 1: **28**
- *Set up* 2: **transformado em set up 1**
- *Set up* 3: **27**
- *Set up* 4: **transformado em set up 3**
-

Outras ações foram tomadas, como delimitação do espaço físico de circulação de empilhadeiras e treinamento dos funcionários para utilização correta da ponte rolante.

O enclausuramento acústico das prensas reduziu o nível de ruído de $L_{avg}=112$ dbA para 90 dbA, o que não eliminou a necessidade de uso de EPI no setor.

Esporadicamente surge alguma idéia por parte do pessoal envolvido na tarefa para melhorar ainda mais a execução do *set up*.

15 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Antes da execução das ações relacionadas no tópico anterior, a execução de um *set up* na Fábrica de Copos demorava de 5 a 8 horas para ser realizado (praticamente um turno inteiro).

Com a implementação dessas ações, o tempo necessário para sua execução caiu para algo entre 1,5h e 2h, conforme o produto.

Conforme o tipo de *set up*, o número de atividades ficou como segue:

SET UP tipo 1: de 31 para 28 atividades

SET UP tipo 2: de 47 para 28 atividades (transformado em tipo 1)

SET UP tipo 3: continuou com 27 atividades

SET UP tipo 4: de 47 para 27 atividades (transformado em tipo 3)

Após a implementação das ações, as reclamações por parte dos funcionários envolvidos no *set up* acabaram, sendo substituídas por sugestões para melhorar ainda mais o desempenho de realização da tarefa.

Observamos que as ações implementadas pela empresa causaram impacto na tarefa *set up*, para os trabalhadores e para a empresa.

Nota-se que no *set up* tipos 1 que houve redução do número de atividades, enquanto que no tipo 3 esse número se manteve o mesmo.

Essa questão não deve ser analisada pelos números simplesmente, mas sim pelo fato de que muitas tarefas que exigiam força física foram substituídas por tarefas mais simples, do tipo “liga-desliga”, por exemplo- sistema de fixação hidráulico.

Outra constatação relacionada é que no que se refere ao bloco porta ferramentas.

Seu peso ficou praticamente inalterado, porém ficou muito mais fácil manuseá-lo devido à redução de atrito proporcionado pelos novos acessórios que passaram a ser utilizados.

A adoção do pré *set up* reduziu a carga de trabalho durante o *set up* (situação onde de certa forma os trabalhadores estão sob pressão, sob risco de parar as

operações posteriores por falta de material).

A automatização de algumas atividades (leia-se sistema hidráulico de fixação) substituiu a atividade estritamente manual de prender parafusos, que envolve alcançar o local de aperto, que muitas vezes obriga á adoção de postura não adequada.

As melhorias na organização do setor fizeram com que a necessidade de deslocamento fosse reduzida de forma drástica, reduzindo o desgaste do funcionário durante a execução das atividades.

Além disso, houve melhora no visual do setor, que ficou com um ar moderno, agradando aos trabalhadores que sempre tiveram fama de trabalhar num local sujo e desorganizado.

A redução do nível de ruído trouxe maior conforto, apesar de ainda ser necessária a utilização de EPI.

Qualitativamente, percebeu-se maior satisfação dos funcionários, pois suas reivindicações foram atendidas e as condições de trabalho foram facilitadas.

Para a empresa também houve ganho.

Podemos considerar que as ações implementadas, apesar de terem por objetivo principal aumentar os ganhos da empresa através da adequação do *set up* aos seus propósitos, mostram também uma proatividade no que se refere à prevenção de afastamentos que poderiam ocorrer na Fábrica de Copos.

O trabalho que foi realizado é contínuo, uma vez que nada é perfeito ao ponto de não precisar de aperfeiçoamentos e melhorias, apesar de os pontos principais já terem sido atacados.

16 CONCLUSÃO

As ações tomadas pela Companhia Brasileira de Cartuchos com o intuito de reduzir a demanda na tarefa *set up*, no setor denominado Fábrica de Copos modificaram as condições de trabalho ali existentes.

Observamos que antes da implementação dessas ações, a tarefa era executada com dificuldade e grande dispêndio de esforço, resultando em alto grau de penosidade.

Essas ações foram intervenções ergonômicas que resultaram em transformações positivas no ambiente de trabalho.

Ocorreram mudanças no campo das Ergonomias Física, Cognitiva e Organizacional.

Com relação à Ergonomia Física, foram agregados acessórios ao maquinário antigo, da década de 1940, feito para produção em larga escala, de forma a facilitar à execução do *set up* e atender à necessidade de redução de estoque, o que foi plenamente atingido.

Foram mudanças na tecnologia física, que no caso se tornaram viáveis do ponto de vista econômico, pois permitiram que empresa atingisse seus objetivos de redução de custo.

As interfaces para o relacionamento físico homem-máquina foram adequadas, evitando posturas inadequadas e força excessiva.

Hoje, o mecânico necessita de muito menos esforço para realizar a tarefa, com ajuda dos acessórios instalados nas máquinas com esse objetivo.

Exemplo: acessórios para redução do esforço para movimentação do bloco porta ferramentas.

Isso resulta em um menor desgaste físico por operação de *set up* para o trabalhador, ainda que o número de *set ups* tenha aumentado, em função da necessidade imposta pelo sistema de produção com estoques reduzidos corrente na empresa.

O enclausuramento acústico das máquinas, reduzindo os níveis de ruído, também está relacionados com a ergonomia física, permitindo uma melhora no conforto e das condições de saúde do trabalhador, prevenindo a ocorrência de

doenças ocupacionais relacionadas à Audição, no futuro.

No que se refere à Ergonomia Cognitiva, foram adotadas ações que simplificaram o trabalho.

A Ergonomia Cognitiva se alimenta de estudos de inteligência natural e busca trazê-los para a tecnologia de interfaces homem-máquina.

Houve inovações nos equipamentos e ferramentas, que trouxeram melhora da usabilidade das interfaces operador-equipamento.

O ajuste exigia raciocínio para descobrir qual era exatamente o problema e para encontrar uma solução para atingir as especificações de processo, o que foi reduzido de forma significativa, melhorando-se o processo de fabricação das ferramentas utilizadas no processo, demandando menor necessidade do próprio ajuste.

Podemos afirmar também que a padronização dos blocos porta ferramentas reduziu a necessidade de raciocínio do mecânico, uma vez que agora não é mais preciso ficar analisando qual o tipo de fixação que deve ser utilizado no *set up* que será executado, além de pensar em que tipo de ferramenta será necessário para montagem/ desmontagem do bloco na máquina, e procurar onde se encontra esse instrumento.

A organização do setor, facilitando a busca de ferramentas necessárias para a execução das atividades está ligada tanto à Ergonomia Física (redução de deslocamentos) quanto à Ergonomia Cognitiva (a pessoa já sabe previamente onde encontrar os objetos que necessitará – no carrinho desenvolvido para este fim, por exemplo).

No campo da Ergonomia Organizacional, afirmamos que houve repartição de tarefas no tempo, que pode ser verificado com a adoção de atividades relacionadas ao *set up* fora do momento do *set up* (que chamamos de pré- *set up*).

Pessoas também foram treinadas, tanto as que fizeram o levantamento de informação para planejamento de ações quanto os mecânicos que passaram a utilizar novos acessórios na tarefa.

Além disso, houve a eliminação de dois tipos de *set up*, através da aquisição de blocos porta ferramentas extras. Ou seja, os *set ups* dos tipos 2 e 4 passaram a ser classificados como sendo do tipo 1 e 3, respectivamente, com menos eventos

necessários para a sua realização.

Avaliando as condições *antes / depois* da tarefa *set up* e diante dos fatos relatados, concluímos que as intervenções ergonômicas implantadas pela Companhia Brasileira de Cartuchos, no setor denominado Fábrica de Copos resultaram em melhorias nas condições de trabalho, obtendo sucesso neste objetivo.

A demanda da tarefa *set up* foi reduzida.

Para os trabalhadores, apesar do aumento da frequência de realização de *set ups*, devido ao sistema de produção enxuto em prática na empresa, houve facilitação da tarefa, melhorando o conforto, prevenindo afastamentos e reduzindo as reclamações correntes. Aumentou o desempenho na realização da tarefa, que medimos pela redução do tempo necessário para sua execução.

Os resultados também foram positivos para a empresa, que atingiu seus objetivos no que se refere à adequação ao seu novo sistema de produção, aumentando sua produtividade e conseqüentemente obtendo maior competitividade internacional, inclusive abrindo novos mercados.

A empresa conseguiu atingir seu objetivo de diminuir material em estoque, durante o processo de fabricação, consolidando da implantação do sistema puxado de produção.

Comentários dos funcionários trazem a informação de que aumentou a satisfação para a realização da tarefa, que ficou menos exigente e penosa, diminuindo de forma significativa o esforço necessário.

Segundo os mesmos, “fazer um *set up* está mais fácil”. Houve percepção de que a atividade deles é importante, pois a empresa tomou a decisão de investir nela.

Agora nota-se que há mais concentração e envolvimento para atingir o objetivo global da empresa.

Além disso, a CBC mostrou proatividade, pois ainda não havia casos de afastamento relacionados à questão ergonômica no setor objeto do estudo, e mesmo assim foram implementadas intervenções ergonômicas que ajudam a reduzir o risco de que venham a acontecer, numa atitude de prevenção.

17 BIBLIOGRAFIA

17.1 Lista de Referências

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total: no estilo japonês**. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1992.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

LAUGENI, F.P.; MARTINS, P. G. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

MARQUES, JOAMBELL M. **Produtividade: a alavanca para a competitividade**. 2. ed. São Paulo: Edicon, 1996.

MOURA, R.A.; BANZATO, E. **Redução do tempo de set up: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.

SEGURANÇA e medicina do trabalho. São Paulo: ATLAS, 2003.

VIDAL M.C.R. **Introdução à Ergonomia**. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 1999. Disponível em:

< <http://www.ergonomia.ufrj.br/ceserg/arquivos/erg001.pdf> >. Acessado em: 20 de set. 2005.

17.2 Bibliografia Consultada

ABERGO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. Recife. O que é ergonomia?. Disponível em:<<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em:20 de jul. 2005.

COMPANHIA BRASILEIRA DE CARTUCHOS. Ribeirão Pires. Companhia Brasileira de Cartuchos. Disponível em:< <http://www.cbc.com.br>>. Acesso em: 10 de jul. 2005.

DICTIONARY.COM. Estados Unidos. Definições. Disponível em:<<http://dictionary.reference.com>>. Acesso em: 10 de set. 2005.

IIDA, I. **Ergonomia Produto e Produção**. São Paulo: EDGARD BLUCHER, 1990.

LEAN INSTITUTE BRASIL. São Paulo. Como determinar metas para tempo de setup. Disponível em:<http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_18>. Acesso em: 15 set. 2005.

SEBRAE. Paraná. Analisando Minha Empresa. Disponível em:<http://www.sebraepr.com.br/servlet/page?_dad=portal30&_pageid=786&_schema=PORTAL30&p_texto_id=811&p_vezes=2>. Acesso em:20 out. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro. Ergonomia Rural – Exemplo de riscos ergonômicos. Disponível em:<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/ergo.htm>>. Acesso em:20 de set. 2005.

VÉRAS, Telésforo Martins. **Avaliação econômica da intervenção ergonômica**. 2005. 67 páginas. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em:
< <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/16414.pdf>>. Acessado em: 11 de março de 2006.

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho: ergonomia - método e técnica**. São Paulo: FTD- Oboré, 1987.