



QUICK CHANGEOVER

mudança rápida de ferramentas

JOÃO PAULO PINTO
comunidade lean thinking ©



INTRODUÇÃO

- Os tempos de mudança e ajuste (*setup*) são classificados como desperdício por não acrescentarem valor (apenas custo e tempo);
- As actividades de *setup* incluem as operações de mudança de ferramenta, ajustes e correcções, mudanças de fabrico, preparação de máquinas e processos;
- O *setup* inclui ainda ajustes e correcções aos processos no decorrer das operações;
- Infelizmente estas actividades estão sempre presentes em todos os tipos de processos;
- O *setup* é uma das sete formas básicas de desperdício (*waste* ou *muda*) e como tal deve ser minimizado ou, de preferência, eliminado;

A ORIGEM DOS SETUPS

As actividades de *setup* multiplicam-se devido a:

- Maior oferta de produtos/serviços ao mercado;
- Redução dos tamanhos dos lotes;
- Necessidade de reduzidos (e fiáveis) tempos de resposta ao mercado;
- Instabilidade dos mercados;
- Procura permanente de redução de stocks, tempo e custos;
- Erros no planeamento (ou nas previsões);
- Crescente adopção dos princípios da filosofia **lean thinking** (*pull system, mixed model production*).

A NOSSA RESPOSTA AOS SETUPS

- Camuflar, disfarçar, diluir ou esconder os problemas sempre foi a solução preconizada pelas empresas. É mais simples, é imediata, e não exige muito da parte de quem gere;
- Muitas vezes também por desconhecimento ou ausência de dados que permitem quantificar o impacto dos *setups* no desempenho operacional;
- Alguns exemplos (“*fuga para a frente*”):
 - Trabalhar com grandes lotes e/ou lotes fixos;
 - Fixar os programas de produção (ex. ciclos repetitivos);
 - Juntar operações/encomendas que partilhem o mesmo *setup* de forma a minimizar a sua presença;
 - Agendar as operações de *setup* para determinados períodos do dia.

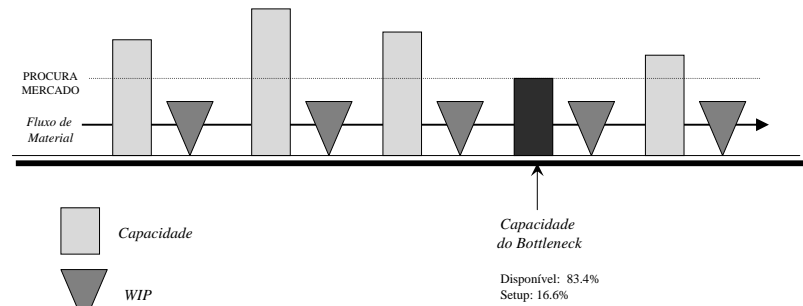
Qual o impacto dos *setups* no *lead time*? Nos custos? Na flexibilidade? Na qualidade? Quem sabe dar resposta?

FLEXIBILIDADE

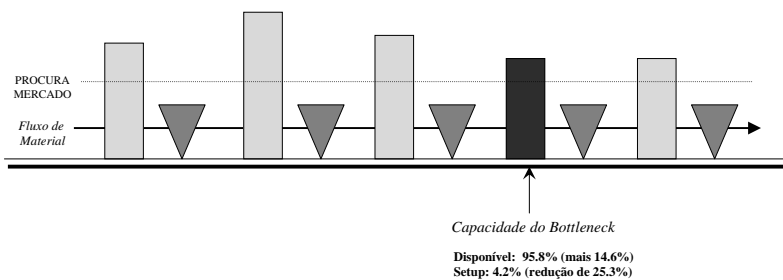
- O que é flexibilidade?
Capacidade para se adaptar em:
 - Tempo (tempo de resposta, tempo de ciclo, *takt time*);
 - Quantidade (variar o tamanho do lote);
 - Variedade (oferta de diferentes produtos).
- Pequenos lotes aumentam a flexibilidade.
Uma questão importante:
qual o menor lote que pode ser produzido de forma económica?
- Tamanho do lote vs tempo de *setup*;
- Tempo de *setup* vs níveis de inventário (stocks e WIP).
- Níveis de inventário vs *lead time* (tempo total).

PORQUÊ REDUZIR SETUPS?

1. Aumentar a flexibilidade operacional;
2. Reduzir dos estrangulamentos (*bottleneck*);
3. Reduzir de custos;
4. Diminuir de tempos (*lead time* e tempo de ciclo).

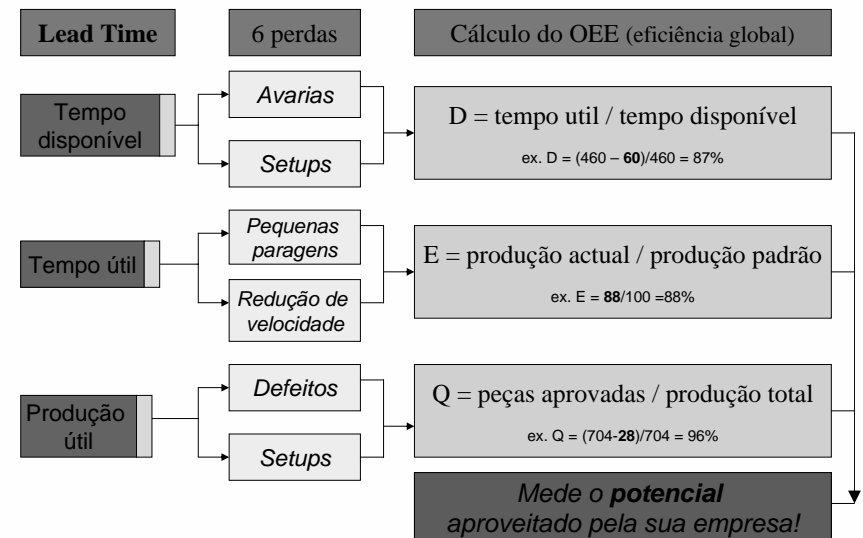


2. CAPACIDADE DO BOTTLENECK

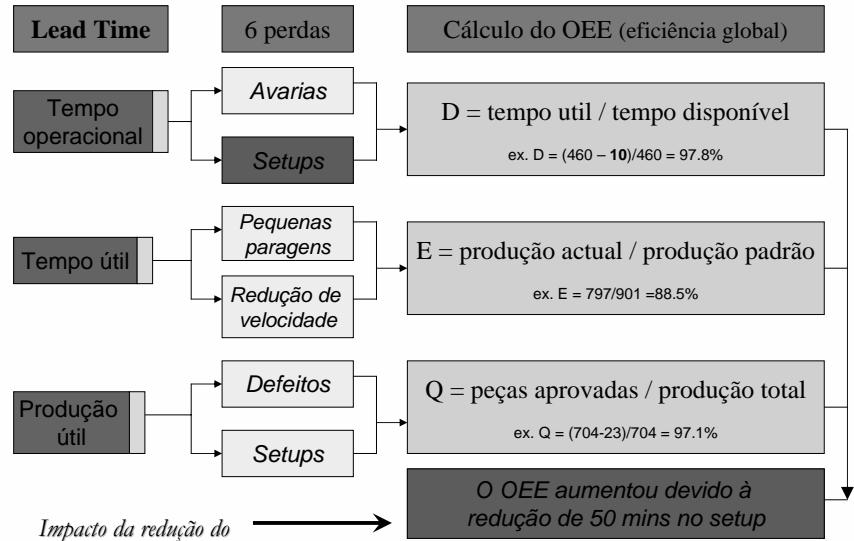


- A redução do *setup* reflecte-se num aumento global da capacidade do sistema de produção (com a consequente redução do tempo de ciclo).
- Para além disso, consegue-se um maior equilíbrio entre as estações de trabalho (*ie* linha balanceada)

3. REDUÇÃO DE CUSTOS

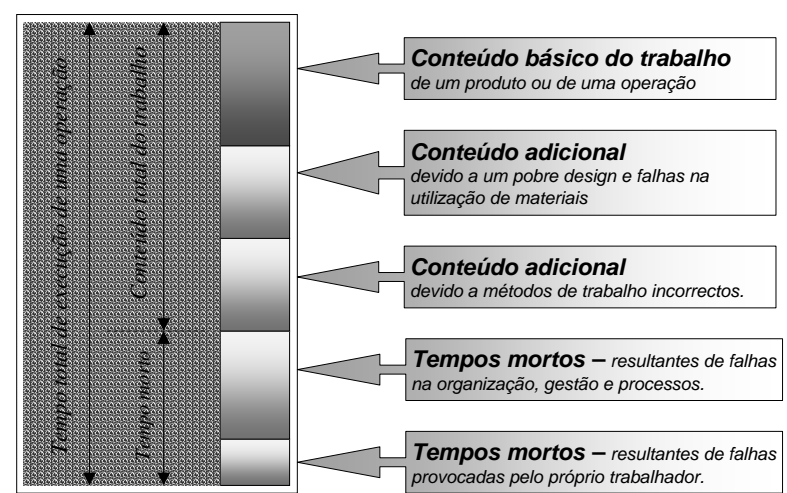


OS TRÊS ELEMENTOS CHAVE

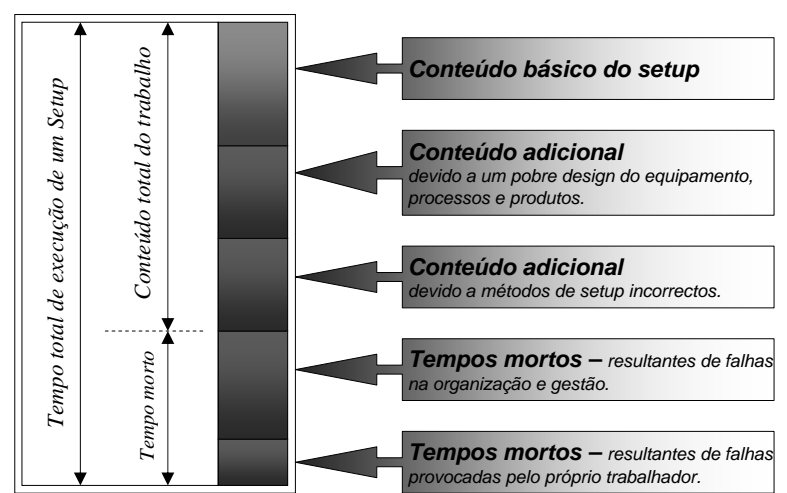


Impacto da redução do tempo de Setup no OEE.

TEMPO TOTAL (lead time)



TEMPO TOTAL DE UM SETUP



CONTEÚDO ADICIONAL
devido a um pobre design do equipamento,
processos e produtos.

CAUSAS & SOLUÇÕES

- Problemas na concepção dos equipamentos (solução: Engenharia do equipamento);
- Problemas no *design* de produtos (solução: Engenharia de produtos);
- Problemas no *design* de processos (solução: Engenharia de processos);
- Falhas no processo de compra, escolha de fornecedores, etc.;
- Falhas de qualidade, ou imposições desta.

ENGENHARIA DO EQUIPAMENTO

- Design/escolha de equipamento que facilite (ou dispense) *setup*;
- Exemplos do que pode ser melhorado:
 - Usar sistemas de rápida colocação/fixação em vez de sistemas baseados em porca-parafuso;
 - Difícil acesso aos controlos (botões, painéis de controlo) do equipamento. *O que pode ser feito para melhorar?*
 - Ausência de *design* modular ao nível de equipamentos e linhas de fabrico/montagem;
 - Ausência de sistemas de apoio/orientação na realização de *setups* (ex. *self testing*);
 - Ausência de uniformização ao nível de componentes do equipamento;
 - Operações de *setup* demasiado complexas que requerem a presença de técnicos especialistas para estabelecerem os parâmetros de funcionamento (sugestão: KISS).

ENGENHARIA DO PRODUTO

- Falhas no processo de *design*;
- Influência negativa do tempo de *setup*:
 - Ausência de uniformização interna (processos e produtos tendem a ser desenhados isoladamente, não havendo a preocupação de ganhar uma visão global e desta forma procurar reduzir *setups* ou a uniformiza-los);
 - Tolerâncias demasiado pequenas (causam extra-tempo para obter a necessária precisão. *São necessárias? Não serão um exagero/waste?*);
- Procurar melhorar sem comprometer aquilo que o cliente valoriza (*ie*, a redução do *setups* não pode comprometer a qualidade nem o valor do produto).

DEPARTAMENTO DE COMPRAS

Duas áreas de influência:

- Compra de equipamentos:
 - Atenção ao conceito de LCC (*life cycle costing*). Procurar a sua optimização;
- Compra de materiais:
 - **Erro frequente:** escolha dos fornecedores baseada apenas no preço e/ou prazos de entrega.

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE

Aspectos a rever:

- Qualidade: tolerâncias e padrões;
 - Estes estão de acordo com as necessidades ou exigências do mercado?
 - Há concordância (sintonia) entre a produção e a qualidade?

CONTEÚDO ADICIONAL

devido a métodos de setup incorrectos

CAUSAS & SOLUÇÕES

- Problemas na concepção dos Equipamentos (solução: Engenharia do equipamento);
- Gestão Fabril (solução: Management);

- Insuficiente formação e treino;
- Falta de pessoal adequado;
- Ferramentas inadequadas;
- Ausência de incentivos para redução de setups...

ENGENHARIA DO EQUIPAMENTO

- A documentação fornecida com o equipamento deveria conter informações (mais) detalhadas das operações de *setup* – descrevendo como, com que ferramentas, etc.;
- Ausência de instruções de *setup* (não necessariamente ao nível da documentação mas também ao nível da própria máquina).
- Algumas consequências:
 - Diferentes formas de fazer o mesmo *setup* – as coisas são deixadas à “inspiração do momento”;
 - As operações não são feitas todas ao mesmo tempo;
 - Dificuldade em controlar essas operações.
 - Ausência de *check-list* ou *check-points*;
 - Ausência de *set-points* e parâmetros de referência.

TEMPO MORTO

devido a falhas na organização e gestão

CAUSAS & SOLUÇÕES

- Gestão
- Gestão de Materiais
- Manutenção (solução: Departamento técnico/manutenção);
- Departamento de Planeamento e Controlo;
- Marketing;
- Operários.

A GESTÃO

- Estilo e Cultura
 - Impacto em todas as actividades;
- Falhas
 - Falta na motivação dos operários;
 - Falta na formação em áreas como a resolução de problemas (*kaizen*);
 - Operários com pouca autoridade/autonomia para tomarem iniciativa;
 - Ausência de dados relativos a *setups*;
 - Ausência de metas/objectivos a cumprir;
 - Pouca similaridade entre equipamentos;
 - A empresa não incentiva e premeia a participação e a criatividade das pessoas.

O MÉTODO SMED

single minute exchange of dies

O QUE É O SMED?

- SMED significa *single minute exchange of die* (mudança de ferramenta/molde em minutos, normalmente menos de 10);
- Procura realizar operações de *setup* em curtos períodos de tempos, *ie* tempos expressos em menos de um dígito;
- Os revolucionários conceitos de SMED foram introduzidos por Shigeo Shingo nos anos 1950's no Japão. No entanto só em 1974 é que a Alemanha começou a aplica-los. Anos depois, os conceitos conquistam a indústria norte-americana;
- A partir dos anos 1980's verifica-se a aplicação generalizada das técnicas SMED fora das fronteiras do Japão.

EXEMPLO PRÁTICO

- Se o tempo de *setup* de uma dada operação é 8 hrs, e o tempo por peça é 1 minuto, então para um lote de 100 peças teremos:

$$(8*60+1*100)/100 = 5.8 \text{ mins/peça}$$

Se aumentarmos o lote para 10,000 peças, o impacto do *setup* é reduzido em 82%, *ie*:

$$(8*60+1*10,000)/10,000 = 1.048 \text{ mins/peça}$$

Esta redução é fictícia! De facto, o stock intermédio (WIP) é 100 vezes superior, e o tempo de ciclo entre diferentes partidas é 20 vezes maior!

- Combinar ou sequenciar produtos/encomendas que são similares de modo que o *setup* seja minimizado. Isto pode ser benéfico, mas pode também ter impacto negativo por que certas encomendas podem ficar atrasadas.

- Ainda para o exemplo anterior, se reduzirmos o tempo de *setup* de 8 horas para 10 minutos, teremos:

$$(10+1*100)/100 = 1.10 \text{ mins/peça}$$

Se aumentarmos o lote para 10,000 peças, o impacto do *setup* é quase nulo, *ie*:

$$(10+1*10,000)/10,000 = 1.001 \text{ mins/peça}$$

Aumentar o lote não têm significado no tempo por peça quando o *setup* é reduzido. Isto permite-nos reduzir lotes e os stocks intermédios.

- Shingo classificou as operações de *setup* como sendo:
 - **Actividades internas** – *ie* aquelas que apenas podem ser executadas com o equipamento/processo parado (ex. mudar o tinteiro de uma impressora, mudar uma ferramenta a um torno);
 - **Actividades externas** – *ie* aquelas que podem ser executadas com o equipamento/processo a funcionar (ex. retirar o tinteiro da sua embalagem, afiar a ferramenta);
- Shingo conseguiu reduzir os tempos de *setup* em mais de 50% garantindo que as operações externas eram feitas com o equipamento em funcionamento;
- O desafio seguinte foi converter as operações internas em operações externas de *setup*. Nesta fase é frequente recorrer-se à duplicação de ferramentas, moldes e fixadores (estes antes estavam envolvidos em operações internas, mas com a duplicação passam a externas).

O PROCEDIMENTO SMED

1. Observar e analisar em detalhe como é que as actividades de *setup* são realizadas;
2. Eliminar qualquer actividade desnecessária;
3. Das actividades actualmente executadas, separar as actividades internas das externas. Procurar executar as actividades externas com o equipamento/processo em funcionamento;
4. Sempre que possível, converter as actividades internas em actividades externas;
5. Simplificar, otimizar e racionalizar todas as actividades.

P1. OBSERVAR E ANALISAR

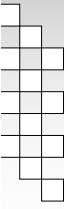
- Compreender como é que o *setup* é executado actualmente;
- Criar gráficos de actividade, gráficos homem-máquina, e gráficos máquina-processo, em simultâneo. Desta forma consegue-se identificar tempos mortos (em processos e homens);
- Filmar, fotografar as actividades de *setup*. Reunir com todos os envolvidos para analisarem, questionarem e apresentarem sugestões de melhoria.

P2. AVALIAR CADA OPERAÇÃO E ELIMINAR O MAIOR NÚMERO POSSÍVEL.

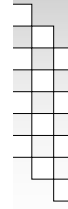
- Com base nos gráficos referidos atrás, analisar cada tarefa procurando combinar ou eliminar tarefas usando o método dos 5W's (*why, when, what, who e how* – análise crítica);
- Esta avaliação é repetida durante os seguintes passos...

P3. SEPARAR AS ACTIVIDADES INTERNAS DAS EXTERNAS

- Procurar executar o maior número de actividades com o equipamento em funcionamento;
- Documentar todas as actividades de *setup* (internas e externas), registando métodos e ferramentas;
- Reunir sugestões provenientes de diferentes pessoas (ex. produção, qualidade e manutenção);
- Escrever a sequência de realização das operações de *setup*. Realçar aquelas que são externas. Esta descrição deve conter todas as peças, ferramentas e fixadores necessários, incluir ainda os valores numéricos (valores de referência, *setpoints*) usados no controlo das operações (ex. ajustes, medições, aferições e dimensões);
- Elaborar uma *check list* de todos os itens (peças, ferramentas e fixadores) necessários nos *setups*. Criar *kits* de *setup* (que reúnem todos os itens necessários e as instruções de *setup*).

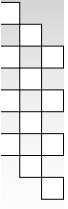


- Realizar testes, pre-preparação, dos itens antes de iniciar os *setups*. Deste modo garante-se que as actividades internas não serão penalizadas por defeitos ou falhas dos itens necessários no *setup*;
- Procurar guardar todos os itens necessários ao *setup* junto das máquinas;
- Procurar melhorar a coordenação de movimentação de materiais, melhorar a coordenação de pessoas e equipamentos;
- Procurar fazer a alimentação das máquinas enquanto estas estão a operar. Mover e pre-posicionar materiais e itens como sendo tarefas externas, pode reduzir significativamente o tempo total de *setup*;
- Implementar regras e disciplina na condução destas actividades (formalizar procedimentos!).



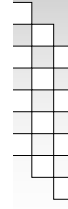
P4. REDESENHAR AS ACTIVIDADES INTERNAS DE FORMA A CONVERTE-LAS EM ACTIVIDADES EXTERNAS.

- As actividades que aparentemente são internas podem ser convertidas a externas através da alteração dos métodos de trabalho, adição de apoios, duplicação de ferramentas ou partes do equipamento, redesenho de equipamentos, substituição de elementos de fixação, pre-aquecimento, etc.;
- Pre-aquecimento/arrefecimento de moldes ou fluidos, etc.;
- Actividades de limpeza – podem ser tornadas externas através da substituição de partes sujas por partes limpas enquanto se faz o *setup*.
- Estas partes sujas são posteriormente limpas com a máquina em funcionamento. Ex. depósitos de limanhas, depósitos de desperdícios.



P5. SIMPLIFICAR, OPTIMIZAR E RACIONALIZAR AS ACTIVIDADES.

- A melhor forma de reduzir tempos de execução é através da simplificação, optimização e racionalização.
- Algumas sugestões:
 - O tempo de actividades externas pode ser reduzido através de um melhor armazenamento e transporte de materiais e ferramentas necessários à realização destas tarefas:
 - Manter as ferramentas e materiais em locais apropriados e de fácil acesso (ex. em painéis, caixas, etc.);
 - Cada operador/posto de trabalho deve dispor das ferramentas adequadas.
 - Estas devem permanecer em local fixo e próximo da sua utilização;



- Peças e partes (ex. moldes) que necessitam de ser substituídas durante o *setup* devem ser uniformizadas em forma e tamanho:
 - Estas devem ser de fácil inserção/remoção, algo semelhante à introdução de um CD num leitor, sem que tenhamos de calibrar ou alinhar o CD...
- Procurar a aplicação dos mesmos componentes, fixadores e itens (uniformizados) em cada *setup*;
 - Deste modo os itens permanecem junto da máquina não havendo a necessidade do seu transporte ou armazenamento em locais distantes;
 - Idealmente usar apenas um tipo de fixador (ex. encaixes ou parafusos) de modo que apenas uma só ferramenta é usada na fixação.

- Utilizar elementos de fixação que podem ser apertados/soltos apenas com uma volta em vez daqueles que requerem várias revoluções. De preferência usar sempre a mesma ferramenta;
- Reduzir ou eliminar ajustes através *settings* pré-definidos ou “marcas” nos moldes/peças, etc., ex. utilização de guias, bitolas ou *jigs*.
- Cada *setup* pode ser pré-marcado de forma a que ferramentas e moldes não tenham de ser medidos/calibrados/ajustados sempre que o *setup* se realiza. Os pontos/marcas nas ferramentas e moldes apenas têm de coincidir com aqueles existentes nas mesas das máquinas/bancadas...
... isto é apenas um exercício de criatividade...
- Procurar envolver dois ou mais operários na realização das actividades internas (trabalho em equipa). Por ex. se o *setup* requer que o operário vá à frente e atrás da máquina, a utilização de duas pessoas consegue reduzir tempos e deslocações.

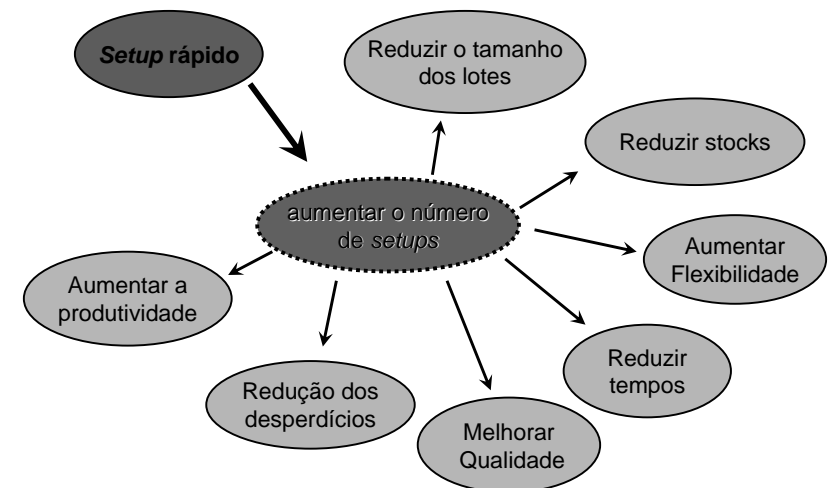
TOOLKITS USADOS NA REDUÇÃO DE SETUPS

- Controlo visual;
- *Checklists*;
- Procedimentos de *setup* formais;
- Organização do local de trabalho;
 - Aplicação dos 5S (uma mistura de senso comum e bom senso);
- Porta-ferramentas uniformizados;
- Sistemas de fixação e aperto padrão e de rápida/fácil aplicação;
- Pontos de localização;
- Guias de orientação.
- Outros (haja criatividade e imaginação)...

O que temos perante nós são oportunidades extraordinárias disfarçadas de problemas insolúveis!

BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DE SETUPS

- Redução de tempos que não acrescentam valor;
- Redução de stocks intermédios, o que permite trabalhar com lotes mais pequenos (flexibilidade);
- Redução de custos;
- Melhoria da qualidade, menos erros cometidos nos *setups*;
- Simples e rápidos *setpus* requerem pessoas menos qualificadas para a sua realização;
- Uniformização de procedimentos;
- Aumento da capacidade produtiva sem aumento de custos;
- Redução da variedade nos processos.



JUST DO IT !

muito obrigado pela atenção