

Desafios da Manufatura para Implementação de propulsores a Diesel EURO 5

Fabio Norikazu Kashiwagi (UNIFEI) fabiohashiwagi@yahoo.com.br
Pedro Paulo Balestrassi (UNIFEI) ppbalestrassi@gmail.com

Resumo:

A preocupação com o meio ambiente vem se tornando cada vez mais intensiva em todo mundo por ser uma questão de sobrevivência. Os veículos a Diesel têm-se tornado responsáveis pela emissão de grande quantidade de enxofre e material particulado nas grandes cidades. Diante disso, o governo brasileiro por meio de resolução decretou a obrigatoriedade em reduzir significativamente os níveis de poluentes dos propulsores a Diesel conhecido como EURO 5 ou PROCONVE P7 a partir de 2012. Para se adequar a nova resolução foram necessárias alterações complexas de engenharia que acarretaram ajustes significativos na manufatura. A manufatura correspondeu ao desafio de implementação dos propulsores a nova resolução por meio de treinamento no recurso humano e avaliando a sua eficácia através dos tempos de produção que foi o objeto do presente estudo de caso.

Palavras chave: Meio Ambiente, EURO 5, Manufatura, Motor a Diesel.

Challenges of Manufacturing for EURO 5 Diesel Engines Implementation

Abstract

The worry about environment has been become more radical around the world due to survive scope. The Diesel vehicles has been become responsible for great quantity of Sulfur and particles emission in big cities. Due to this, Brazilian government obligated through emission law known as EURO 5 or PROCONVE P7 to decrease the pollution level of Diesel engines from 2012. For adjusting to new law it was necessary to complex engine engineering changes as consequence many adjusts in manufacturing. The manufacturing replied the challenge of engine implementation through human resource training and evaluating its efficacy through production takt time. This was the aim of study case.

Key-words: Environment, EURO 5, Manufacturing, Diesel Engine

1. Introdução

O veículo movido a Diesel vem sendo alvo de críticas por ser o maior vilão de fonte poluidora nas grandes cidades. Sabe-se que o alto nível de enxofre e de particulados na composição do Diesel acarreta em sérios danos as construções civis e, principalmente, na saúde das pessoas.

Para minimizar o sério impacto ambiental, principalmente, nas grandes cidades, o governo brasileiro por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente obrigou todos os veículos a

DIESEL a reduzir emissões de poluentes de forma mais intensa a partir de 2012 conhecida por EURO 5 ou PROCONVE P7.

Isto envolveu uma série de alterações complexas de engenharia nos propulsores a Diesel que acarretaram em grandes desafios na sua manufatura.

A manufatura foi o grande responsável num curto espaço de tempo de absorver as alterações complexas de engenharia, interpretar os requisitos dos clientes e aprimorar a linha existente com poucas alterações de processos, manter a mesma produtividade de modelos diferentes ao EURO 5 e ter a qualidade inabalável.

Diante desse desafio para manufatura, a principal aposta foi no treinamento de recursos humanos devido a montagem dos propulsores requerer uma mão de obra extensiva e ser um diferencial de qualidade no mercado nacional de propulsores a Diesel.

Foi convencido de que as corporações estão se transformando a cada dia com rapidez e intensidade. As mudanças sempre existiram desde os tempos de Heráclito (550 a.C a 480 a.C) com a famosa frase: "Nada é permanente, exceto as mudanças". Atualmente, as mudanças estão com maior quantidade, rapidez e de impacto.

Conforme Layer, Karwowski e Furr (2009), o mercado competitivo no segmento de manufatura exige que os sistemas de produção sejam mais flexíveis, mais adaptáveis, mais produtivos, com menor custo, menor prazo de produção e com mais qualidade.

Os principais fatores que contribuem para isso são: mudanças culturais, tecnológicas, econômicas, sociais, legais, políticas, demográficas e ecológicas que atuam de maneira interativa e sistêmica onde o resultado de todo dinamismo são inimagináveis, aumentando a imprevisibilidade e incerteza dos cenários industriais. Isso reflete o porquê dos clientes estarem mais exigentes, a concorrência mais acirrada e um ambiente em constante metamorfose. Dessa forma, a valorização do "humanware", isto é, do capital humano por meio de capacitação e treinamento tem sido um diferencial competitivo para as empresas.

Segundo Chiavenato (1999), a gestão de pessoas é uma das chaves da competitividade, pois, as pessoas passam grande parte de sua existência trabalhando nas organizações para conseguir sua subsistência e seus projetos pessoais. Ao mesmo tempo, essas organizações dependem das pessoas para poderem funcionar e obter a meta desejada.

De acordo com Lobato et al.(2014), as práticas de incentivo tanto no clima quanto na estratégia organizacional vem cada vez mais explorada pelos modelos de gestão como forma de estimular os colaboradores a exercerem suas tarefas de maneira cada vez mais produtivas.

2. Referencial teórico

2.1 Produtividade

Antes da Segunda Guerra Mundial, a produtividade era conceitualmente definida como a relação entre tudo aquilo que era produzido numa empresa e todos os recursos usados na produção. Após a Segunda Guerra Mundial, novos conceitos foram desenvolvidos em função das observações feitas notadamente por economistas. Utilizando novas técnicas de avaliação, os interessados pelo assunto, perceberam que a produtividade pode ser medida não só de uma forma geral, mas também em função de diversos outros fatores de produção, ou seja, passaram a falar de produtividade de capital, das matérias-primas, da mão de obra, entre outros fatores.

Na visão de Campos (1992), a produtividade é definida como a razão entre o faturamento (F)

da empresa e seus custos (C). É uma importante definição, pois tem a vantagem da inclusão de todos os fatores internos à empresa tais como: consumo de materiais, energia, custo de mão de obra, utilização de informações e, principalmente, dos clientes, pois qualquer empresa que queira ter sucesso, em termos de produtividade, não o alcançará se não tiver um mercado (cliente) interessado em adquirir seus produtos.

Por meio da utilização de tecnologia de automação, o custo da mão de obra passou a não ser mais uma das principais preocupações das empresas nos anos de 1990. Estas passaram a se preocupar com os processos logísticos, com a engenharia, com os materiais, vendas e o marketing. Porém, quando se fala em redução de custos, a grande maioria começa com o corte de pessoal, com o objetivo de melhorar a produtividade.

Moreira (1991) descreve que a mão de obra ainda é um insumo indispensável dentro da cadeia produtiva e, com o tal, pode e deve ser medida sob a forma de produtividade. A medida de produtividade da mão de obra é um importante recurso de mensuração, pois, é considerado um indicador de eficiência, uma vez que relaciona a quantidade produzida com o insumo mão de obra.

A melhora na produtividade faz com que os produtos ofertados no mercado, tenham um preço mais baixo e acessível para uma parcela grande de consumidores. Outro benefício consiste na redução da jornada de trabalho e, por conseguinte, maior disponibilidade de tempo e lazer ao trabalhador. Como um breve histórico, no início do século XX, a jornada de trabalho no Brasil era de dez a doze horas por dia e seis dias por semana. Nos anos de 1940, a jornada de trabalho industrial foi estabelecida em 48 horas semanais. Na Constituição de 1988, a carga de trabalho fora reduzida para 44 horas semanais.

2.1.1. Influência do homem

Alan Greenspan, presidente do Banco Central Americano, em seu discurso de abertura em 1998 no Congresso Americano afirmou que, além de outras coisas, as empresas que desejassem ser competitivas deveriam, fundamentalmente, dar importância para a produtividade dos seus negócios, pois os ganhos em produtividade ajudam a manter o crescimento econômico. Além disso, na sua visão melhorar os índices de produtividade significa reduzir custos.

Moreira (1991) reforça que a taxa de crescimento da produtividade de mão de obra deve ser medida para verificar a sua ascensão. Já Gaither e Frazier (2001) observa que a taxa de crescimento da produtividade oscilou entre 1,0% a 2,5% no período compreendido entre anos de 1960 e 1980, ao passo que nos países desenvolvidos como Japão e Europa a taxa andaram na casa de dois dígitos. Os autores atribuem à globalização dos negócios, tendência de equiparação da produtividade da mão de obra em função de transferência de conhecimento sobre metodologias de tarefas e a melhoria das condições de segurança nos postos de trabalho.

2.2. Qualidade

Slack et al (2008) afirma que existe uma evolução na conscientização de que bens e serviço de alta qualidade podem trazer à organização uma considerável vantagem competitiva, já que uma boa qualidade reduz custos de reparação, refugo e devoluções e gera consumidores satisfeitos.

Campos (2004) define que a qualidade não envolve apenas a ausência de defeitos, contudo atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.

O grande estatístico americano W.E. Deming tinha como obsessão o aumento da

produtividade em função da melhoria da qualidade. Ele pesquisou e verificou que a melhoria de qualidade se dava, principalmente, em função da redução da variabilidade do processo produtivo e criando o critério de aceitação, isto é, confronto entre o aceitável e o inaceitável.

2.3. Competências

No domínio do senso comum, a competência é compreendida como um saber ou fazer qualquer coisa bem. Em termos organizacionais a competência concentra-se na análise da contribuição do indivíduo para a organização, bem como o modo como ela é concretizada, exigindo-se assim, não uma competência, mas um conjunto delas que envolve tanto um saber geral, quanto um conhecimento específico para o exercício da atividade.

Para Magalhães et al (1997,p. 14) competências diz respeito ao "conjunto de conhecimentos, habilidades e experiências que credenciam um profissional a exercer uma determinada função", ou seja, ela está diretamente relacionada à combinação de experiências com destrezas com vista ao alcance de um determinado propósito. Dutra et al (1998) tratam a competência como a capacidade de uma pessoa gerar resultados de acordo com os objetivos organizacionais, isto é, pelos resultados e desempenho obtidos através do conjunto de qualidades que lhe é inerente.

Diante dessa variedade de definições é possível elencar como elementos constituintes da competência: o conhecimento, a habilidade e a atitude.

O conhecimento corresponde a uma série de informações assimiladas e estruturadas pelo indivíduo, que lhe permitem entender o mundo, ou seja, é a dimensão do saber.

A habilidade, por sua vez, está associada ao saber fazer, ou seja, a capacidade de aplicar e fazer o uso produtivo do conhecimento adquirido utilizá-lo em uma ação com vista a alcançar um propósito específico.

Finalmente, a atitude é a dimensão do querer saber fazer, que diz respeito aos aspectos sociais e afetivos relacionados ao trabalho.

Conforme Vendrell e Miranda (1999) APUD Simonetti (2003), descreveu-se pelo princípio de Braslavsky seis tipos de competências necessárias para a atuação em unidades de informação conforme a seguir:

- a) Competência intelectual: denominada também de competência analítica, criativa ou meta competência, esta refere-se aos processos cognitivos internos necessários para simbolizar e representar ideias, imagens, conceitos ou outras abstrações;
- b) Competência prática: popularmente denominado de saber fazer, refere-se ao articular as tomadas imediatas de decisão, colocando-as em ação. Isso implica em um amplo entendimento administrativo dos recursos espaciais, temporais, materiais e humanos desejáveis;
- c) Competência interativa: refere-se a capacidade dos sujeitos de participar como membro de um grupo de referência como família, os pares entre outros;
- d) Competência social: refere-se ao uso do consenso, no exercício de aceitação da liderança, da capacidade de ensinar e aprender com os outros;
- e) Competências éticas: refere-se ao discernimento entre o bem e o mal no amplo e complexo espaço em que os indivíduos estão em processo de inter-relacionamento;

f) Competências estéticas: refere-se a capacidade de distinguir entre o que há de bom e de ruim e, no plano de valores, entre o belo e o feio.

2.4. Treinamento

Campos et al (2004) delinea as etapas necessárias para realização de um treinamento eficaz e os principais achados como:

- a) Condições antecedentes ao treinamento (características individuais, motivação para treinamento, pré condições ambientais);
- b) Métodos de treinamento e estratégias instrucionais (aprendizagem específica, tecnologia de ensino e treinamento à distância, jogos e treinos baseados em simulação, equipes de treinamento);
- c) Condições pós treinamento (avaliação do treinamento e transferência de treinamento, manutenção e generalização do comportamento).

2.4.1. Motivação para o treinamento

Neste requisito, o gestor pode indicar os treinamentos aos subordinados.

Estes, porém, precisam de motivação para realizar o treinamento.

Peter Senge (2004) indica os seguintes passos para o treinamento:

- a) Domínio Pessoal: disciplina que possibilita continuamente esclarecer e aprofundar nossa visão pessoal, concentrar nossas energias, desenvolver a paciência e ver a realidade objetivamente;
- b) Modelos Mentais: cada pessoa possui ideias arraigadas e paradigmas que interferem sobre nossas atitudes, muitas vezes sem que tenhamos consciência disso;
- c) Visão Compartilhada: empresa deve ter uma missão genuína para que as pessoas deem o melhor de si e adotem uma visão compartilhada, na qual prevaleça o compromisso e o comprometimento em lugar da aceitação;
- d) Aprendizagem em Equipe: unidade de aprendizagem moderna é o grupo e não o indivíduo;
- e) Pensamento Sistêmico: esta é a quinta disciplina, a que integram todas as outras, num elo de ligação unindo-as num corpo coerente de teoria e prática.

3. Estudo de caso

3.1. Empresa

O presente estudo foi realizado na empresa líder no Mercosul no seguimento de propulsores movidos à Diesel. A empresa de origem americana está estabelecida no Brasil desde 1953. Foram mais de 3,5 milhões de propulsores a Diesel produzidos até 2014.

3.2. Normas de Emissões

A nova regra de emissões de poluentes para os motores a Diesel denominada de EURO 5 (PROCONVE P7) pela Resolução CONAMA nº 403 em vigor a partir de 2012 foi um grande desafio de engenharia.

A nova regra impõe que os propulsores a diesel emitam uma quantidade muito pequena comparadas às normas anteriores de poluentes, principalmente, de gás sulfurosos, óxidos de nitrogênio e materiais particulados (JOSEPH, 2009).

A figura 1 mostra o histórico dos limites toleráveis de poluentes do motor Diesel. (JOSEPH, 2009)

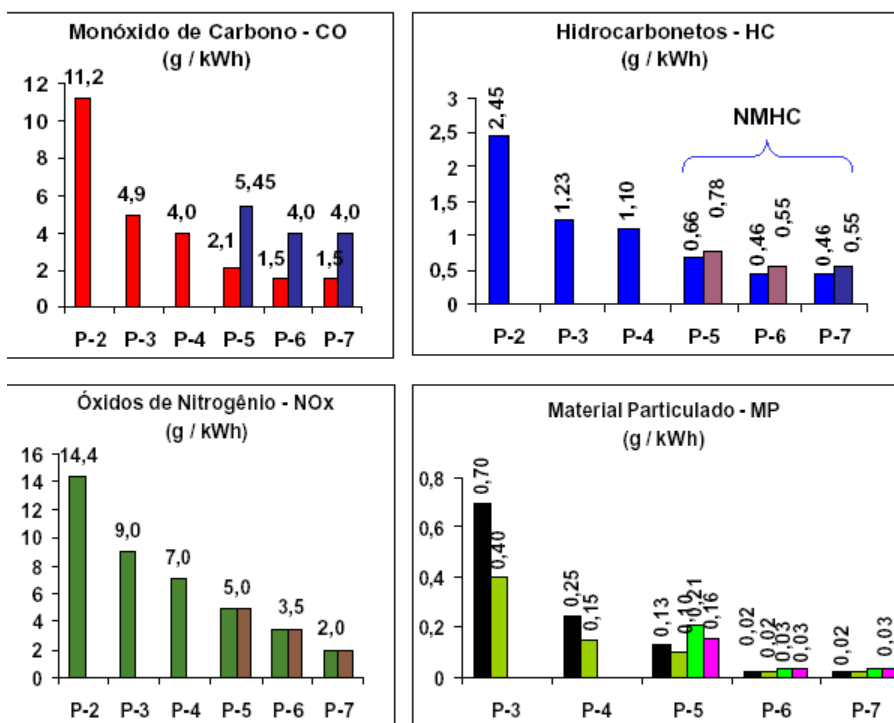


Figura 1 - Histórico dos níveis de poluentes

Para se adequar a norma EURO 5 foram necessárias 180 modificações de componentes no motor Diesel com alterações significativas no bloco e cabeçote.

3.3. Processo de montagem

O processo de montagem do propulsor a Diesel é dividido em sete etapas conforme a figura 2:

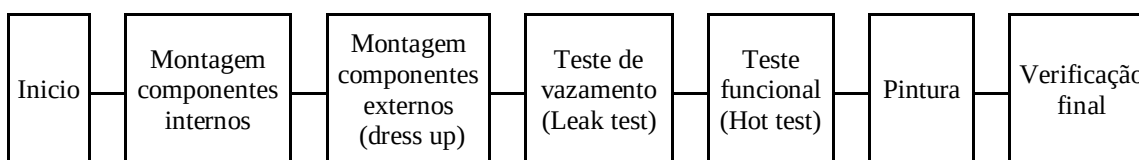


Figura 2 - Etapas do processo

A montagem de componentes internos é a primeira etapa da linha onde todos os componentes que ficam internos ao bloco dos motores são montados.

A montagem dos componentes externos também denominado de dress up é a segunda etapa onde os componentes que se localizam externos ao bloco são montados.

O teste de vazamento ou leak test é a primeira verificação efetiva de detecção de vazamentos no motor.

O teste funcional ou hot teste é o principal teste colocando o motor em funcionamento pleno no banco de teste para detectar possíveis ruídos, vazamentos, performance e erros de montagem.

A etapa de Pintura é realizada após as aprovações dos testes e as cores são selecionadas conforme requisitos dos clientes.

A verificação final é o último posto da linha onde verifica-se todo o motor no aspecto de

aparência. O motor aprovado neste posto é cadastrado no sistema de venda como disponível para o envio aos clientes.

3.4. Velocidade da linha

A velocidade da linha para os produtos comercializados anteriores a EURO 5 é de aproximadamente 4 minutos por posto de trabalho no sistema puxado tendo em vista a lucratividade, produtividade, segurança e qualidade. No sistema puxado pode-se variar o tempo da linha conforme número de operadores, complexidade de montagem e disponibilidade de peças na linha.

Conforme já explanado, foram 180 modificações no produto com inúmeros testes de bancada, simulações e nos em veículos, porém, era necessário manter a mesma performance de produção. Para tanto, a meta é atingir 90% do valor de takt time, ou seja, os operadores deveriam executar os serviços em cada posto em 4 minutos e 30 segundos.

O grande gargalo de montagem encontra-se na etapa de montagem de componentes internos (submontagem dos cabeçotes, a montagem dos cabeçotes e a regulagem de válvulas) onde ocorreram alterações significativas de projeto, produto e de métodos de produção conforme mostrado na figura 3.



Figura 3 - Vista parcial da montagem de componentes internos

3.5. Planejamento de montagem

Para alcançar a velocidade necessária para cada posto, foram feitos planejamentos de montagem acordados previamente com o cliente em cinco etapas conforme mostra a tabela 1.

Os objetivos desses eventos foram para averiguar o nível de qualidade dos componentes modificados, o balanceamento da linha, a performance do motor e, principalmente, a verificação do método de trabalho dos operadores.

Os cinco eventos foram realizados durante cinco meses onde os maiores desafios foram conciliar na mesma linha de montagem dos produtos atuais os produtos em lançamento, conduzir todo o time multifuncional e disponibilizar as peças do projeto.

Etapa	Nome do Evento	Objetivo	Meta
1	METHOD ENGINE	Verificação da manufaturabilidade	100% de componentes manufaturáveis com stack up em versão protótipo.
2	PV1 (PRODUCT VALIDATION 1)	1ª Verificação de validação do produto	85% de componentes com PPAP aprovados
3	P-START1 (PRODUCTION START 1)	1ª Verificação de validação na produção	70% de takt time da linha
4	PV2 (PRODUCT VALIDATION 2)	2ª Verificação de validação do produto	100% de componentes com PPAP aprovados
5	P-START2 (PRODUCTION START 2)	2ª Verificação de validação na produção	90% de takt time da linha

Tabela 1 - Eventos de montagem

3.6. Método de treinamento

Foi dada ênfase ao treinamento para as três operações de gargalo. Para cada etapa de treinamento, as operações eram cronometradas e auditadas nos aspectos técnicos e de atitude pela supervisão. Os itens eram pontuados de 1 (insuficiente) a 10 (excelente) onde a média para evolução dos operadores na matriz de habilidades deve ser de pelo menos nota final 7. Todos os operadores possuem experiência profissional e atuam na empresa há pelo menos 1 (hum) ano.

3.7. Redução dos tempos nos gargalos

Foram evidenciadas reduções consideráveis nos tempos nas operações gargalos com a prática, com o entendimento dos processos e com avaliação dos operadores.

A figura 4 mostra a redução dos tempos na operação submontagem do cabeçote.

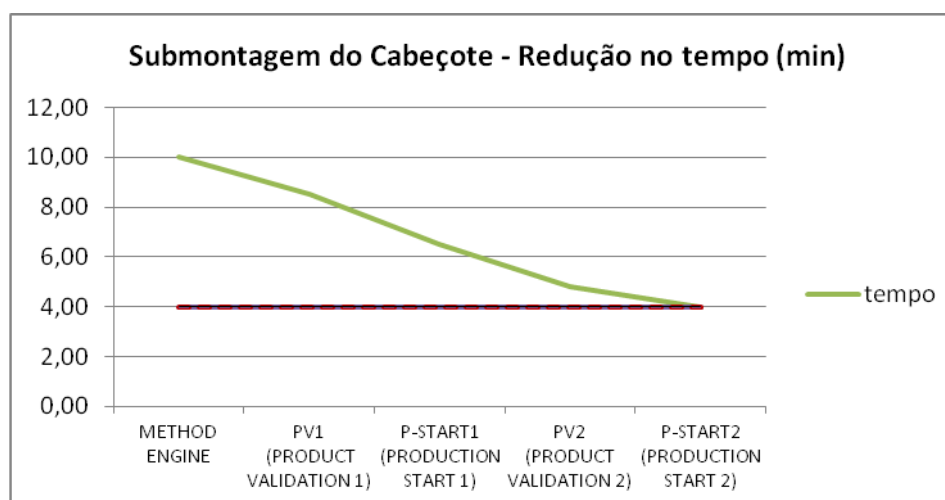


Figura 4 - Submontagem do cabeçote

Observa-se que neste posto o tempo reduziu de 10 minutos para 4 minutos superando a meta inicial.

Outro posto gargalo foi a montagem dos cabeçotes onde houve alterações significativas no número de válvulas. Segue a Figura 5 mostrando a redução dos tempos na montagem dos cabeçotes.

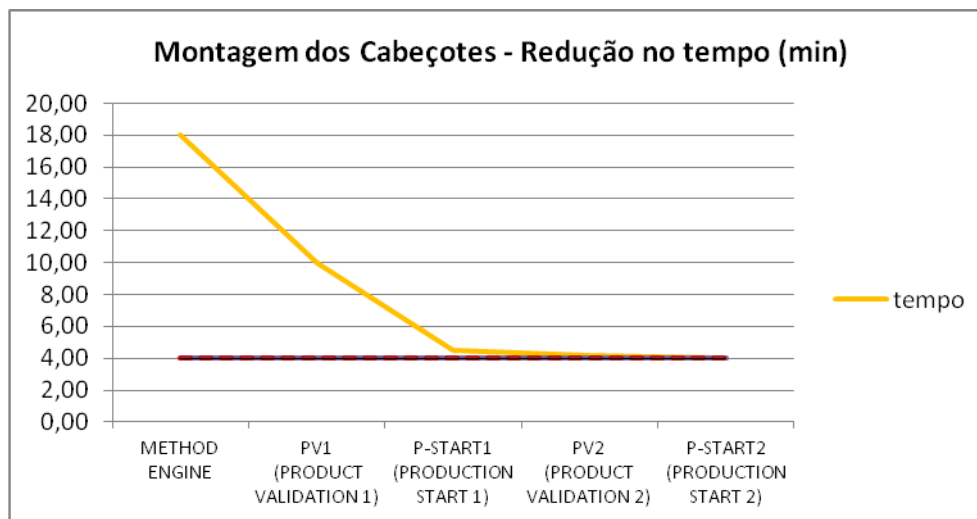


Figura 5 - Montagem do cabeçote

Neste posto, o tempo de execução reduziu de 18 minutos para 4 minutos também superando a meta inicial.

O último gargalo, mais difícil de execução devido complexidade do aumento de válvulas, obteve resultado no limite da meta reduzindo de 15 minutos para 4,5 minutos. A figura 6 mostra a redução de tempo na regulagem de válvula.

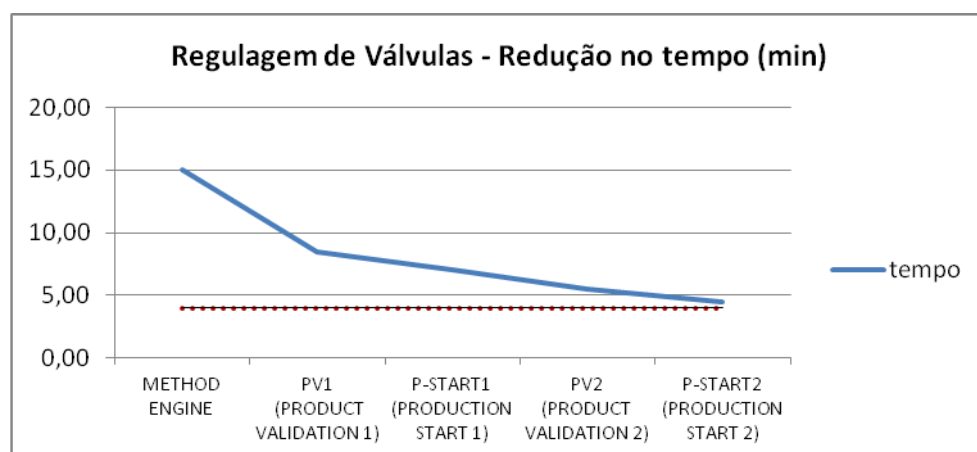


Figura 6 - Regulagem de válvulas

4. Considerações finais

Conclui-se que a eficácia e eficiência do treinamento estão associadas com o modelo mecanicista, isto é, quando a tarefa (atividade) envolve relações ambientais de certeza, estabilidade e previsibilidade. Isto foi evidenciado na prática por meio de treinamento no posto de trabalho realizado na linha de montagem de propulsores a Diesel. Embora o nível de desempenho pós treinamento não seja muito superior ao nível anterior ao do treinamento, com a prática frequente no trabalho o nível de desempenho vai melhorando conforme a pessoa vai ficando mais experiente em aplicar suas novas habilidades. Isso foi evidenciado no resultado dos tempos cronometrados em todos os postos, mais significativas em postos gargalos onde aconteceram as maiores reduções de tempo de operações devido às alterações complexas ocorridas nos componentes. Esta realização foi de extrema importância para manter em níveis similares de performance na produção de motores anteriores a EURO 5, colaborar com o meio ambiente e atender a legislação brasileira.

Referências:

BRASIL, *Constituição Brasileira*, Brasília, 1988

CAMPOS, C. L. et al. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 2004.

CAMPOS, V.F. *Controle da Qualidade Total*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CHIAVENATO, I. *Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - *Resolução Conama nº 403*. Publicado em 12 Nov. 2008.

DUTRA, J. S., HIPÓLITO, J. A. M., SILVA, C. M. *Gestão de pessoas por competências: o caso de uma empresa do setor de telecomunicações*. Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós Graduação em Administração, 22. Anais. Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998.

GAITHER & FRAZIER. *Administração da Produção e Operações*, São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2001.

JOSEPH, H. J. *A Indústria Automobilística e o Atendimento às Regulamentações Brasileiras de Emissões*. Seminário Tendências e o Futuro das Emissões Veiculares: impactos na saúde, legislação e tecnologia. AEA - Associação dos Engenheiros Automotivos. São Paulo, 2009.

LAYER, J. K., KARWOWSKI, W., FURR, A. *The Effect of Cognitive Demands and Perceived Quality of Work Life on Human Performance in Manufacturing Environments*. International Journal of Industrial Ergonomics, p. 413-421, 2009.

LOBATO, H. M., et al. *Análise do Clima Organizacional de uma Empresa de Pequeno Porte com Auxílio de Ferramentas Estatísticas*. Anais do XXXIV ENEGEP, Curitiba, 2014.

MAGALHÃES, S., et al. *Desenvolvimento de competências: o futuro agora*. Revista Treinamento & Desenvolvimento, São Paulo, p. 12 - 14, jan. 1997.

MOREIRA, D. A. *Medida de Produtividade na Empresa Moderna*, São Paulo: Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios, 1991.

SENGE, P. M. *A Quinta Disciplina*, São Paulo. Ed. Best Seller, 2004.

SIMONETTI, C. R. B. *Gestão baseada nas competências*, Manaus Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

SLACK, N. et al. *Administração da produção*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.