



MELHORIA DE PRODUTO E DE PROJETO: APLICAÇÃO DO CICLO PDCA AO PROJETO BAAJATINGA

Bruna Parente Granja (UNIVASF) -brunaparentegranja@gmail.com

Ana Cristina Gonçalves Castro Silva (UNIVASF) -anacristina.silva@univasf.edu.br

José Luiz Moreira de Carvalho (UNIVASF) -jose.carvalho@univasf.edu.br

Resumo :

O projeto Baja SAE é um desafio lançado aos estudantes de engenharia que oferece a chance de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho. Através deste projeto, estudantes de engenharia aplicam seus conhecimentos teóricos na construção de um protótipo off-road de forma a consolidar o processo de aprendizado e de promover o desenvolvimento de competências. A Equipe Baajatinga representa a UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco - na competição Baja SAE. O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados da aplicação do PDCA no projeto Baajatinga, mais especificamente no subsistema de Transmissão, um dos componentes fundamentais do protótipo. Através da aplicação do Ciclo PDCA e outras ferramentas da Qualidade, foi possível diminuir em mais de 20% a massa do subsistema transmissão, contribuindo para a diminuição da massa total do carro. Por outro lado, houve ganhos significativos em aceleração e velocidade final, o que contribuiu para um melhor desempenho técnico do novo protótipo.

Palavras Chave:

Melhoria, PDCA, Baja.

1. Introdução

A SAE BRASIL é uma associação sem fins lucrativos que congrega pessoas físicas (engenheiros, técnicos e executivos) unidas pela missão comum de disseminar técnicas e conhecimentos relativos à tecnologia da mobilidade em suas variadas formas: terrestre, marítima e aeroespacial (SAE BRASIL, 2014).





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

O projeto Baja SAE é um desafio lançado aos estudantes de engenharia que oferece a chance de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho. Ao participar do projeto Baja SAE, o aluno se envolve com um caso real de desenvolvimento de projeto, desde sua concepção à construção. No Brasil o projeto recebe o nome de Projeto Baja SAE BRASIL (SAE BRASIL, 2014).

A Equipe Baajatinga tem o objetivo de representar a UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco na competição Baja SAE. Neste projeto, estudantes de engenharia aplicam seus conhecimentos teóricos na construção de um protótipo *off-road* de forma a consolidar o processo de aprendizado e de promover o desenvolvimento de competências não só relacionadas às capacidades intelectuais na área da mobilidade, mas também relacionadas às interações interpessoais. Na Univasf o projeto Baja SAE foi institucionalizado em 2008.

Os processos de gerenciamento da qualidade do projeto incluem todas as atividades da organização executora que determinam as responsabilidades, os objetivos e as políticas de qualidade, de modo que o projeto atenda às necessidades que motivaram sua realização. Eles implementam o sistema de gerenciamento da qualidade através da política, dos procedimentos e dos processos de planejamento da qualidade, garantia da qualidade e controle da qualidade, com atividades de melhoria contínua dos processos conduzidas do início ao fim, conforme adequado (PMBOK, 2013).

O planejamento da qualidade se torna importante por uma série de fatores. Pode-se dizer que as características dos produtos e os índices de falhas são determinados, em sua maioria, durante o planejamento para a qualidade. Também se percebe que grande parte do que é feito no presente consiste em repetir trabalhos anteriores. Assim, a etapa de planejamento, como antecessora das etapas de execução de um projeto, deve receber a máxima atenção e dedicação (CHERMONT, 2001).

Planejar a qualidade significa conhecer acima de tudo o que o cliente deseja, seus anseios e necessidades, e conseguir traduzi-los em características mensuráveis para poder gerenciá-los de maneira eficaz. O planejamento da qualidade envolve estabelecer





metas de qualidade, identificar os clientes, determinar suas necessidades, desenvolver características dos produtos que atendam às necessidades dos clientes, desenvolver processos que sejam capazes de produzir as características do produto, estabelecer controles de processos e transferir os planos resultantes para as forças operacionais (JURAN, 1997).

Em suma, planejamento da qualidade é a fixação de metas e o estabelecimento de meios necessários para alcançá-las. Controle da qualidade é a execução de planos, monitoração das operações para detectar diferenças entre o desempenho real e as metas e ações corretivas caso haja diferenças. Para que isto seja possível, é necessário treinamento e participação dos envolvidos para que se tornem profissionais em planejamento da qualidade e adotar métodos sistemáticos modernos (CHERMONT, 2001).

O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados da aplicação do PDCA no projeto Baajatinga, mais especificamente no subsistema de Transmissão, um dos componentes fundamentais do protótipo..

2. Referencial teórico

2.1. Gestão da Qualidade

Qualidade, enquanto conceito é um valor conhecido por todos e, no entanto, definido de forma diferenciada por diferentes grupos ou camadas da sociedade. A percepção dos indivíduos é diferente em relação aos mesmos produtos ou serviços, em função de suas necessidades, experiências e expectativas (LONGO, 1994).

A gestão da qualidade é um instrumento que auxilia substancialmente as empresas na adequação de seus processos, envolvendo toda a empresa, desde o planejamento até o desenvolvimento, operação e análise dos resultados. É um sistema que deve envolver não só funcionários como também fornecedores (OLIVEIRA, 2006).

A Gestão da Qualidade Total é uma opção para a reorientação gerencial das organizações. Tem como pontos básicos: foco no cliente; trabalho em equipe permeando toda a organização; decisões baseadas em fatos e dados; e a busca constante





da solução de problemas e da diminuição de erros. Também valoriza o ser humano no âmbito das organizações, reconhecendo sua capacidade de resolver problemas no local e no momento em que ocorrem, e busca permanentemente a perfeição. Essas mudanças visam ao comprometimento com o desempenho, à procura do autocontrole e ao aprimoramento dos processos (LONGO, 1996).

2.2 O ciclo PDCA

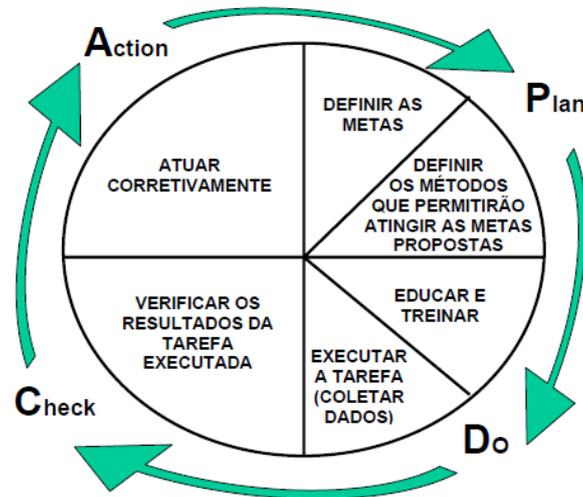
Um dos métodos mais utilizado pelas empresas é o PDCA, que pode ser definido como uma ferramenta gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização, sendo utilizado desde a alta administração até o setor operacional (VIEIRA, 2011).

O ciclo PDCA é um método para solucionar problemas, é o caminho para se chegar à meta, ou seja, como atingir um ponto mais baixo dos custos, ou um ponto superior de qualidade, e até mesmo um ponto de melhor prazo de entrega. O método é baseado em uma sequência lógica, fundamentada em fatos e dados, que tem por objetivo localizar a causa fundamental dos problemas. Ao cumprirem-se todas as etapas corretamente, é possível encontrar soluções e garantir a aplicação e manutenção das mesmas (CAMPOS, 1999).

O PDCA pode ser utilizado a partir de um problema ou inconformidade de um processo que esteja prejudicando o alcance de metas ou resultados estimados. Ao desenvolver e praticar o método busca-se cada vez mais melhorar as metas estipuladas de um processo (VIEIRA, 2011). Como visto na Figura 1, este ciclo é composto de 4 etapas:

Figura 1 – Ciclo PDCA (fonte: SEBRAE, 2006)





2.2.1. 1ª etapa: PLAN (Planejar)

É considerada a etapa mais importante do ciclo, porque é onde se estabelece os objetivos ou metas, os procedimentos e os processos necessários para o alcance dos resultados. Segundo Andrade (2003), na etapa de planejamento existe algumas questões relacionadas que devem ser vistas, tais como: qual o objetivo a ser alcançado pela organização; quais as pessoas a serem envolvidas nesse processo; qual será o prazo para a efetivação do plano de ação; quais serão os recursos a serem gastos para a conclusão do plano, entre outros.

Assim, deve-se então realizar questionários que envolva todo um planejamento do processo, levando-se em consideração de que as organizações terão maior controle sobre as ações e maior conhecimento sobre os efeitos de cada uma delas, dando mais confiabilidade ao projeto.

Há quatro pontos importantes dentro da fase P que deve ser levados em conta. São eles:

- Identificação do problema

Nesta fase é onde se escolhe o problema a ser analisado, ou seja, é a fase que se define claramente o problema, reconhecendo sua importância. Pode-se identificar os problemas comparando o nível de desempenho atual de um processo, que pode ser medido através dos itens de verificação e controle ou até mesmo através de anomalias ou desvios de



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

metas. É necessário após a definição do problema, conhecer as formas como ele acontece e qual a sua frequência, ou seja, o histórico do problema. Nesta etapa também é necessário conhecer o que está se perdendo e o que é possível ganhar e ainda identificar perdas e ganhos que o problema provoca para a organização, que podem estar relacionados à moral, meio ambiente, qualidade, custos, segurança e atendimento ao cliente (VIEIRA, 2011).

- Observação do problema

Quando o problema é identificado, a fase seguinte é realizar uma coleta e dados ou observação do mesmo, para um melhor conhecimento de todas as informações ou características do problema. Deve-se envolver todas as pessoas ligadas ao problema para a realização de uma boa estratificação e assim poder filtrar melhor como o problema acontece. Quanto melhor for o levantamento das características do problema, mais fácil será resolver o mesmo. Este levantamento deve ser feito no local onde ocorreu o problema, para a coleta de dados e informações que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos e planilhas.

- Análise do problema

A fase de análise deve envolver todas as pessoas que possam colaborar para descobrir as causas mais influentes do problema. Para ajudar nesta análise, pode-se fazer o uso do brainstorming, diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa) e a matriz GUT (gravidade, urgência e tendência), por exemplo. Após o levantamento de todas as causas através do brainstorming, utiliza-se o diagrama de causa e efeito ou a matriz GUT para organizar as causas em uma sequência lógica e priorizar aquelas causas que tem mais efeitos sobre aquele problema.

- Plano de ação

Após o conhecimento das causas do problema, deve-se elaborar uma estratégia de ação mais viável e planejar sua execução. Para Andrade (2003), os planos de ação colocam o gerenciamento em movimento, ou seja, esta ferramenta viabiliza os projetos de forma que determina as responsabilidades para todos os envolvidos. O objetivo do plano de





ação é planejar cada ação para bloquear cada uma das causas do problema, determinando responsáveis para cada ação e prazos para executá-las.

2.2.2. 2ª etapa: DO (Execução)

Esta fase, representada pela letra D do ciclo PDCA, é a etapa de execução do planejamento, ou seja, é onde se aplica o plano de ação traçado na etapa anterior. Todas as metas e objetivos traçados na etapa anterior, e devidamente formalizados em um plano de ação, deverão ser posto em prática, de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização (ANDRADE, 2003). A organização deverá efetuar o plano de ação a todos os funcionários envolvidos. A divulgação do plano de ação deve ser realizada por meio de reuniões participativas, apresentando claramente as tarefas e razões delas, assim como as pessoas responsáveis pelas mesmas. Ao final das reuniões, deve-se certificar que todos os envolvidos compreenderam as ações que serão executadas e se a maioria concorda com as medidas propostas (CAMPOS, 2001).

2.2.3. 3ª etapa: CHECK (Verificação)

Denominada pela letra C do ciclo PDCA, ela é definida como a fase de verificação das ações executadas na etapa anterior. Esta fase irá se basear nos resultados das ações procedentes da fase de planejamento, e devido a esse fato, todas as ações deverão ser monitoradas e formalizadas adequadamente na fase Executar, para que a verificação dos resultados possa ser realizada de maneira mais eficaz possível. Se a solução implantada for eficaz e bloquear o problema, é sinal que o planejamento foi bem elaborado e as ações foram suficientes para atingir a meta estipulada, então é necessário padronizar todos os processos para as novas formas de execução das tarefas (VIEIRA, 2011).

2.2.4. 4ª etapa: ACTION (Atuar/Agir)

A última etapa do ciclo PDCA é caracterizada pelo processo de padronização das ações executadas, cuja eficácia já foi verificada na etapa anterior, objetivando assim, a melhoria contínua. Esta fase é composta de duas etapas: padronização e conclusão do trabalho. Quando o bloqueio da causa já foi implantado, faz-se necessário elaborar práticas e atividades operacionais para evitar que o problema volte a acontecer e o processo de padronização consiste em elaborar um padrão ou alterar o já existente. Já na





conclusão, deve ser realizada uma reflexão de todo o trabalho realizado, possibilitando melhorar as formas de elaboração do projeto para bloquear problemas. Bons resultados devem ser comunicados a todos para comprovar a importância do trabalho em equipe e desenvolver práticas ainda melhores para estar identificando novos problemas e se fazer uma análise mais crítica no ambiente de trabalho (VIEIRA, 2011).

3. Metodologia

O estudo foi ambientado junto ao Laboratório de Mobilidade da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. O laboratório possui equipamentos típicos de uma oficina mecânica e tornearia. Para a aplicação do método PDCA, foi escolhido o subsistema Transmissão, que é crítico para o bom funcionamento e eficiência do protótipo.

A escolha do subsistema Transmissão para a aplicação do PDCA surgiu a partir da necessidade de se melhorar a velocidade final, reduzir a massa total do protótipo, minimizar a necessidade de manutenção e o número de peças com a padronização dos componentes, e evitar perdas de eficiência no conjunto como um todo.

Para utilização do ciclo PDCA no subsistema Estrutura do protótipo Baajatinga, foi estabelecido o seguinte procedimento:

Identificou-se o problema através do levantamento das informações a respeito do problema, convocaram-se as pessoas envolvidas e responsáveis pelo subsistema através de reuniões participativas, escolheu-se a meta a ser alcançada, para se ter uma clara visão do que se trata o problema através da observação do comportamento dos componentes no conjunto, brainstorming com os envolvidos e benchmarking da eficiência do subsistema em relação às equipes com melhor desempenho nas competições.

Foi realizada uma coleta de dados do histórico da equipe e das equipes com melhor desempenho nas competições para um melhor conhecimento de todas as informações do problema. Para a elaboração do plano de ação foi feito o uso da ferramenta 5W2H, para identificar o que deve ser feito, quando deve ser feito, onde deve ser feito, quem fará, quando será feito e quanto isso vai custar.





A partir do plano de ação já traçado, foi executado de acordo com o cronograma estabelecido para o cumprimento de todas as metas. Após o plano de ação ter sido implementado, foi feita a verificação para confirmar se o mesmo foi efetivo e teve seu objetivo cumprido. Após a solução ter se mostrado efetiva e o atendimento aos objetivos ter sido cumprido, foi feita a padronização das ações para ser utilizado em protótipos futuros, e continuar a rodar o ciclo PDCA para garantir a eficiência e a qualidade do subsistema.

4. Resultados e discussões

4.1. 1ª etapa: PLAN

Através da observação do desempenho do protótipo e da comparação do mesmo com outras equipes, observou-se que o protótipo Baajatinga estava com a transmissão defeituosa da potência do motor para o eixo das rodas, incluindo CVT, redutor, acoplamentos e elementos adicionais de transmissão.

Através de reuniões com os envolvidos e a utilização do brainstorming e o diagrama de causa e efeito, chegou-se a conclusão de que perda de eficiência do sistema era devido ao uso inadequado das juntas homocinéticas. O sistema continha muitas peças dificultando a manutenção e a deformação da base do redutor no subchassi devido ao esforço e peso do conjunto. A Figura 2 mostra outro problema do subsistema transmissão, a deformação na base do redutor.

Figura 2 – Transmissão pinhão-coroa-corrente de rolos de protótipo 2011: deformação na base do redutor





Após as causas terem sido conhecidas e avaliadas, partiu-se para a elaboração do plano de ação através de reuniões utilizando o *Brainstorming* e 5W2H (Tabela 1) para a solução dos problemas.

O plano de ação revelou quais ações deveriam ser tomadas, como deveriam ser tomadas, quanto ia custar, e quando iria ser realizada. Por exemplo, para a redução da massa total do subsistema, optou-se pelo redimensionamento do subchassi e a compra de novas juntas homocinéticas e para o problema da perda de potência do motor optou-se pelo uso de uma caixa de redução no lugar do conjunto redutor-pinhão-coroa-corrente, por esse sistema possuir algumas características como baixa probabilidade de falha, redução do número de folgas e de peças, manutenção facilitada e alta confiabilidade – se mostrando uma proposta completamente nova para a equipe



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Tabela 1 – Plano de ação utilizando o 5W2H

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O QUE (WHAT)	QUANDO (WHEN)	QUEM (WHO)	POR QUE (WHY)	ONDE (WHERE)	COMO (HOW)	QUANTO (HOW MUCH)
Desenvolvimento de uma caixa de redução	Janeiro	Allison Amorim, Helder Lopes, Valmir Bezerra	Aumentar a eficiência do sistema de transmissão	Centro de usinagem	Enviar o modelo ao centro de usinagem	R\$ 8.000,00
Comprar novas juntas homocinéticas	Julho	Allison Amorim, Helder Lopes, Valmir Bezerra	Reduzir a massa	Encomendar	Encomendar a MAGICAR TECH	R\$ 2.400,00
Desenho de um novo subchassi	Janeiro	Lucas Anninger	Reduzir a massa, melhorar a manutenção do subsistema	Laboratório da UNIVASF	Montagem de gabaritos e soldagem dos tubos	R\$ 120,00

4.2- 2ª etapa: DO

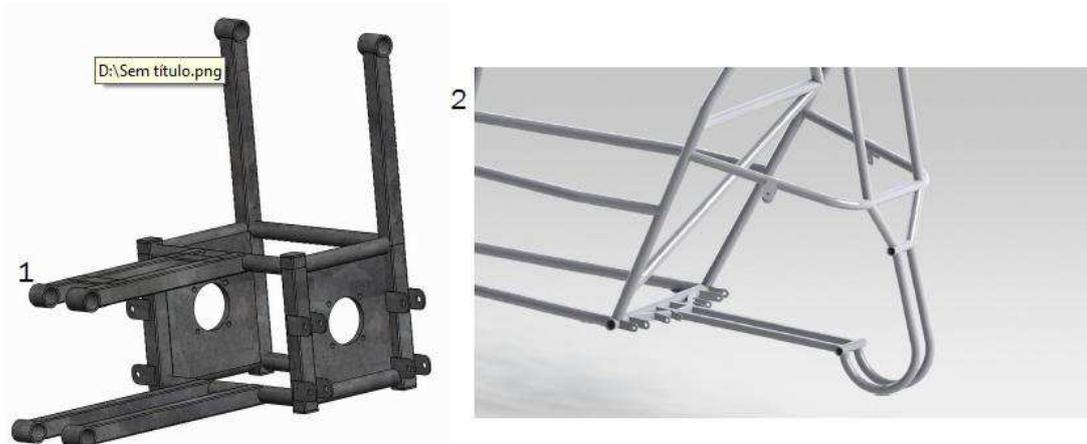
A partir do plano de ação traçado, partiu-se para a execução do mesmo de acordo com a filosofia de trabalho da equipe. Foi estabelecido um cronograma para a execução da solução dos problemas e divulgado para todos os envolvidos.

Para a diminuição da massa total do carro, o subchassi foi totalmente remodelado e ajustado, passando de um subchassi removível para um fixo, diminuindo a massa e facilitando o espaço de manutenção do sistema, como visto na Figura 3.

Ainda para o problema da redução da massa, foram encomendadas novas juntas homocinéticas que antes eram de Ford Fiesta ano 97 e agora passaram a ser de quadriciclos. E para o problema da perda de eficiência do motor e aumento da velocidade final do protótipo, foi realizado um estudo para a construção de uma caixa de redução no lugar do conjunto redutor-pinhão-coroa-corrente. O estudo foi fundamentado a partir das premissas de redução da massa, minimizar e padronizar os componentes e facilitar a manutenção do mesmo.

Figura 3 – Subchassi modelo 2011 (1) e modelo atual (2)





Para tal, foi feita uma análise preliminar em que os seguintes requisitos exigidos foram:

- (1) Relação equilibrada entre velocidade e tração;
- (2) Capacidade de tracionar o veículo (Resistência aerodinâmica; Resistência no pneu; Resistência à aceleração e frenagem; Resistência a declives/aclives).

Com os dados do protótipo 2011, foram feitos os cálculos necessários para se estabelecer a relação de como a caixa de redução deveria ser implementada no novo sistema e os parâmetros que o projeto deveria contemplar, sendo eles:

- (1) Velocidade final do protótipo: 16,66 m/s;
- (2) Maior torque gerado (600 N.m);
- (3) Caixa de transmissão com 3 eixos e 4 engrenagens;
- (4) Acoplamentos estriados;
- (5) Relação de transmissão na caixa (Evitar interferência; Propor relação de diâmetro e peso nas engrenagens).

Para uma boa relação e garantir a eficiência da caixa de redução, foram feitas Análises de Elementos Finitos (FEA) nas engrenagens, eixos e também nas tampas da caixa. De um modo geral, a Análise de Elementos Finitos é uma forma de analisar se a estrutura vai responder bem aos esforços exigidos. É como se dividisse a estrutura em milhões de parte, e cada parte fosse analisada separadamente a fim de se obter o resultado do conjunto como um todo. A partir das análises realizadas, foram seguidas algumas normas padrão para a construção da caixa de redução, como por exemplo:

- Para as engrenagens: Norma DIN 3990 e Software MitCalc (obedecendo as normas ISO 6336, ISO 1328, DIN 867, DIN 3990, ANSI B6.1-1968, AGMA 2001-C95, AGMA 2001-D04 e AGMA 908-B89/95);
- Para os eixos: Norma DIN 743 e Software MitCalc (obedecendo as normas AGMA, ISO, DIN e BS);
- Para as estrias: Perfil reto – Normas DIN 5461 a 5464;
- Para anéis elásticos, óleo lubrificante e rolamentos: Catálogos.

As Figuras 4 e 5 mostram algumas das análises realizadas para validação do projeto.

Figura 4 – FEA de tensão no eixo de entrada da caixa

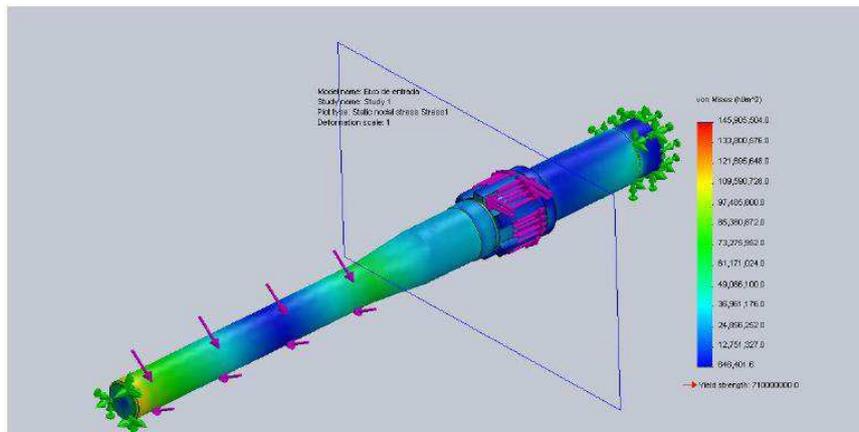
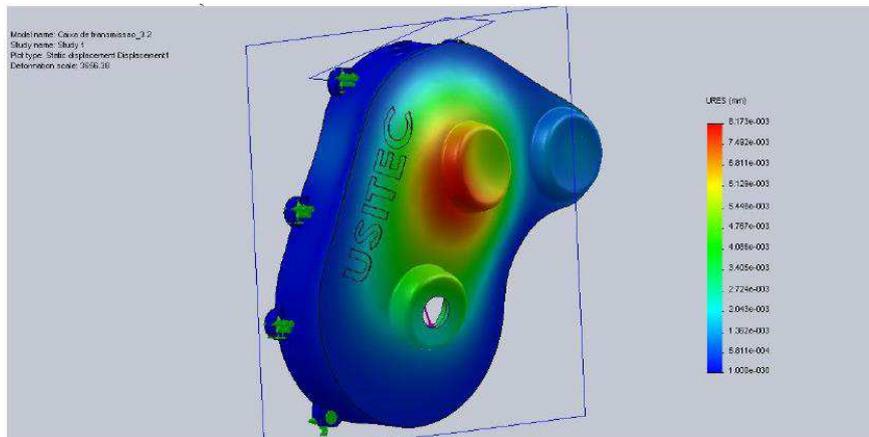


Figura 51 – FEA de deformação tampa 1



4.3- 3ª etapa: CHECK

Após todos os estudos terem sido feitos e a caixa de redução ter sido construída, juntamente com a construção do subchassi e a compra das juntas homocinéticas, partiu-se para a etapa de verificar se as ações propostas foram realmente efetivas e se tiveram seus objetivos atingidos. A verificação se deu a partir de testes realizados no protótipo pronto, montando-se uma pista de testes na UNIVASF e submetendo o protótipo a obstáculos e esforços que seriam semelhantes aos obstáculos existentes nas competições regional e nacional.

Os resultados obtidos nesses testes foram que o subchassi e as juntas homocinéticas se comportaram de maneira adequada, não deformando ao sofrer impactos, e facilitou a manutenção do subsistema quando submetido a ajustes durante os testes. E a caixa de redução também obteve êxito durante a fase de realização de testes, aumentando a velocidade e aceleração final do protótipo, reduziu as necessidades de manutenção do sistema, pois ela se mostrou bastante resistente aos impactos e esforços sofridos e reduziu a massa do conjunto.

4.4- 4ª etapa: ACTION

Objetivando a melhoria contínua do protótipo Baajatinga, foi realizado um processo de padronização das ações realizadas por elas terem se mostrado eficientes e atingido os



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

objetivos propostos. Esse processo de padronização se deu por meio de divulgação dos resultados dos testes realizados no subsistema para todos os envolvidos no projeto e a elaboração de práticas e atividades operacionais para evitar que os problemas voltem a ocorrer.

Essas práticas e atividades operacionais realizadas consistiram na alteração do padrão já existente, esclarecendo o que se devia fazer, quem devia, quando e onde executar tal tarefa e porque essa tarefa deve ser executada para melhorar as formas de bloquear os problemas e fazendo uma reflexão de todo o trabalho que foi realizado, sendo documentado e arquivado para servirem de modelo para futuros protótipos e continuar o processo de melhoria contínua da equipe, visando obter sempre padrões de excelência.

5. Conclusão

Após todas as análises dos problemas que foram observados e corrigidos, concluiu-se que as ações de correção propostas foram eficientes e bloquearam as causas fundamentais do problema no subsistema transmissão, que eram a complexidade de manutenção do subsistema, o uso inadequado de alguns componentes, perda de potência do motor para o eixo das rodas, incluindo CVT, redutor, acoplamentos e elementos adicionais e as deformações ocorridas na base do redutor devido ao peso e inadequação do conjunto.

Resultando assim, na maior facilidade de manutenção do subsistema, além dos resultados que podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados técnicos alcançados no novo projeto

Característica	Protótipo 2011	Protótipo novo	Incremento
Massa da Transmissão (Kg)	24,6	19,4	- 21,3%
Massa Total do carro (Kg)	225	190	-15,5%
Velocidade final (Km/h)	42	53	+ 26,2%
Aceleração final (m/s ²)	3,0	3,6	+ 20,0%





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Com isso, foi possível diminuir em mais de 20% a massa do subsistema transmissão, contribuindo para a diminuição da massa total do carro. Por outro lado, houve ganhos significativos em aceleração e velocidade final, o que contribuiu para um melhor desempenho técnico do novo protótipo.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total**. Nova Lima: INDG, 1999.

CHERMONT, G. S. **A Qualidade na Gestão de Projetos de Sistemas de Informação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto: os novos passos para o planejamento da Qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

LONGO, R. M. J. **A revolução da qualidade total: histórico e modelo gerencial**. Brasília: IPEA, 1994.

OLIVEIRA, O. J.; GOBBO, J. A.; CEZAR, M. C. **Implantação do sistema de gestão da qualidade ISO 9000 em uma empresa de transporte rodoviário**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABEPRO, 2006.

PMBOK. **Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Quinta edição. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, 2013.

SAE BRASIL. Disponível em <<http://www.saebrasil.org.br/>>, acessado em 04/10/2014.

SEBRAE. **Manual de Ferramentas da Qualidade**. Rio de Janeiro: Sebrae Editora, 2006.

VIEIRA, E. **Uma abordagem da metodologia PDCA como ferramenta para solução de problemas: um estudo de caso na empresa Avesol direcionada ao setor de recria de aves matrizes**. Monografia (Graduação em Administração), Faculdade Vizinhança Vale do Iguaçu – VIZIVALI; Dois Vizinhos – PR, 2011.

