

VEÍCULO *OFF ROAD* MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA PARA APLICAÇÃO NO CAMPO

André L. P.de Oliveira; Fábio G. Poltronieri; Alex W. Godois; Gean L. Pierozan¹
Anderson Baldissera; Filipe Sehn. Febras; Keila D. Ferrari Orso²

RESUMO

Este projeto tem como objetivo demonstrar o processo de concepção de um projeto a partir da transformação das necessidades do cliente em um produto. Com foco em energia renovável, este estudo apresenta relevância social, frente a situação que vive, principalmente nas questões de energias alternativas para uso diário. Assim, o uso de um veículo *off road* movido a energia renovável elétrica no campo pode tornar-se uma alternativa quando, em alguns casos, há o difícil acesso à combustíveis fósseis, tão quanto o gasto é alto quando analisa-se o preço de tais combustíveis no cenário atual. Através da pesquisa de campo extraiu-se as necessidades do público alvo, sendo que, essas informações foram transformadas em dados técnicos visando atender as necessidades do cliente por meio de um projeto. Com os dados necessários se elaborou um projeto deste veículo *off road*, utilizando-se das técnicas e conhecimentos adquiridos com a metodologia apresentada durante semestre na disciplina destinada a projeto de máquinas.

Palavras-chave: Energia renovável. Veículo *off road*. Desenvolvimento do Projeto.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, várias empresas investem em veículos movidos à energia elétrica. Dentre as principais montadoras a investir e trazer carros elétricos híbridos para o Brasil estão, a *Porsche*, a *Lexus*, a BMW e a Ford. Algumas outras empresas como *E-Moving* Mobilidade Urbana, *Hitech Eletric*, Tesla, trazem desde carros 100% movidos a eletricidade, carros com recarregamento à energia solar, até bicicletas e equipamentos individuais de mobilidade.

Visando acompanhar a evolução automobilística, na região de atuação, tipicamente agricultora e criadora de animais, pode-se observar que todas as necessidades do campo ainda são realizadas com veículos com motor a combustão, fato que chama a atenção e que direcionou este projeto.

Inicia-se as atividades com a construção e execução de uma pesquisa realizada em campo, o questionário foi desenvolvido tendo como público alvo os agricultores da região. Esta

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: alpo.3491@gmail.com. mec.sf@hotmail.com. godois.alex@gmail.com. gean.p@outlook.com

² Docentes do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com, filipe@uceff.edu.br, keilaorso@hotmail.com.

pesquisa teve como finalidade entender um pouco mais sobre as necessidades e dificuldades do público alvo escolhido e direcionar o desenvolvimento do produto.

Diante do exposto questiona-se: **Como desenvolver um veículo *off road* movido a energia elétrica para aplicação no campo?**

As informações obtidas com a pesquisa de campo foram transformadas em requisitos técnicos e assim utiliza-se esses dados para a montagem do *Quality Function Deployment* (QFD), mais conhecida como “Casa da Qualidade”, que foi concebida na década de 70, pelos japoneses. Essa ferramenta faz associações entre os requisitos técnicos e os requisitos do cliente elencando por ordem de importância os itens a serem atendidos para que melhor atenda às necessidades do nosso cliente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REQUISITOS DE PROJETOS E DO CLIENTE

Através dos requisitos do cliente percebe-se as principais necessidades expressa pelo mesmo, a partir disso se cria a base para iniciar o projeto. No entanto, a obtenção dos requisitos do projeto a partir dos requisitos dos clientes se constitui na primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado. Através desta ação, são definidos parâmetros mensuráveis associados às características definitivas que terá o produto, (AMARAL *et al.* 2006).

Conforme citado acima, os requisitos do cliente após um refino e aplicação técnica são chamados de requisitos do projeto ganhando assim um jargão mais técnico para facilitar sua concepção.

2.2 *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) E ESTRUTURA FUNCIONAL

Mais conhecido como “casa da qualidade”, o QFD é um importante elemento no processo de concepção do produto, pois é dele que são extraídos e elencados (por importância) os requisitos do cliente e os requisitos do projeto que melhor norteiam o projeto. Por vezes, podemos notar que com a aplicação do QFD obtemos um foco diferente do início do projeto. Para Oakland (1994) uma das vantagens do QFD é a diminuição de alterações durante a elaboração do projeto, que, por conseguinte, diminuirão dificuldades no pós implantação e

também o tempo de implementação. Sendo que, o QFD trata de informações e ações globais, interfaces funcionais que se comunicam entre si e consideram todos os detalhes.

A síntese funcional segue um método de procedimento bem definido, apontando as seguintes atividades: determinar o processo e a estrutura do problema, desenvolver para cada função da estrutura soluções alternativas; instituir a função ou o problema global do meio que está sendo desenvolvido, e assim montar a matriz morfológica; formando concepções alternativas do problema global usando um princípio de cada função estrutural funcional; e encontrado meio de concepções viáveis para a solução (BACK, 2008).

A estrutura funcional do produto é gerada a partir do levantamento das necessidades do cliente e estabelecimento dos requisitos de projeto, gerando as principais alternativas na solução para a concepção e seleção de meios viáveis (PAHL; BEITZ 1996).

Sendo assim, conseguimos um desmembramento dos requisitos de projeto em soluções alternativas, trazendo assim, uma maior amplitude de atuação sem perder o foco estabelecido anteriormente.

2.3 MATRIZ MORFOLOGICA E MATRIZ PASSA NÃO PASSA

Com o objetivo de encontrar novas soluções para os problemas, a matriz morfológica consiste em pesquisar diferentes combinações de elementos e parâmetros. Após a formulação do problema, obtém-se um conjunto de especificações de projeto do sistema a ser desenvolvido. (BACK, *et al.*, 2008)

Buscando a melhor maneira de combinar elementos e fundamentos para a concepção da solução dos problemas, as utilidades dos produtos, e a origem de solução, temos a matriz morfológica para nos auxiliar.

A matriz passa não passa é muito relevante, pois nos auxilia a encontrar o melhor modelo a se adequar as necessidades do cliente e requisitos técnicos. Quanto mais opções foram alçadas na montagem da matriz morfológica, mais opções são concebidas podendo ter um ajuste manual da matriz e abrindo horizontes para a outros *setups* do projeto.

2.4 PROJETO BÁSICO E CRONOGRAMA

Nesta parte do processo temos como objetivo, entre as opções propostas na primeira fase, escolher aquela que mais satisfaz os requisitos do cliente. Cada proposta passará por um processo de análise mais brando, através de uma matriz de decisão com a finalidade de avaliar suas vantagens e desvantagens em relação aos critérios de projeto estabelecidos.

A solução mais adequada será novamente avaliada, desta vez mais profundamente, sendo feitas as análises e estudos sobre os parâmetros críticos do projeto. Portanto, ao final do projeto básico tem-se definidos finalmente as principais características do projeto.

Atualmente, os engenheiros contam com uma grande variedade de ferramentas e recursos para auxiliá-los na solução de problemas de projeto. Microcomputadores e pacotes de programas robustos fornecem ferramentas de apoio para o projeto, análise e simulação de componentes mecânicos. Além dessas ferramentas, os engenheiros necessitam de informações técnicas, seja na forma de ciência de engenharia ou na forma de características de componentes específicas de catálogos. O computador desempenha um papel relevante na coleta de informações (SHIGLEY, 2005).

Ainda Shigley (2005) destaca que, existem papéis que devem ser cumpridos por códigos e padrões, os sempre presentes aspectos econômicos, a segurança e as considerações de responsabilidade pelo produto. A subsistência de um componente mecânico muitas vezes está relacionada à tensão e à resistência. Incertezas estão sempre presentes em projetos de engenharia e são resolvidas por meio do fator de projeto e do fator de segurança, seja em termos determinísticos ou estatísticos. A abordagem estatística trata da *confiabilidade* do projeto e requer dados estatísticos adequados.

Após definido as atividades, dentro dos prazos de conclusão, podemos saber qual o prazo total do projeto. Para associar as atividades necessitamos dispô-las na ordem de execução, sobrepondo atividades paralelas e colocando em série atividades que possuem predecessoras (MATTOS, 2010).

Ainda segundo Mattos (2010), os projetos geralmente são extensos e possuem diversas atividades, desprendendo diversos recursos e especialidades, consumindo uma quantia de dinheiro, portanto, se faz necessário o gerente de projetos acompanhar o andamento da obra como um todo.

2. 5 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

Serve para fazer a divisão do trabalho e desta forma dispor aos diversos integrantes do projeto, determinando o que cada um deve fazer. A matriz de responsabilidade define as atribuições que cada profissional deve responder dentro de cada uma das atividades do projeto no entanto, os instrumentos se tornam mais fáceis de serem construídos, exigindo uma dose razoável negociação para definir as atribuições, principalmente nos trabalhos que exigem a participação de vários especialistas (MENEZES, 2009).

2.6 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL E PROPOSTA COMERCIAL

Para Mel (2014), a especificação técnica é um texto onde se fixam todas as regras e condições que se devem ser seguidas, caracterizando os materiais, equipamentos, sistemas construtivos a serem aplicados, elementos e o modo como serão executados.

A proposta comercial possibilita apresentar ao cliente um documento com todas as especificações do equipamento com o seu preço final, impostos, prazos de entrega, obrigações da contratante e contratada, além da lista de materiais para consolidação da proposta (MEL, 2014).

2.7 PROJETAR EM SOFTWARE 3D E MEMORIAL DE CÁLCULO

Colocar a ideia em um *software* 3D assim dando espaço para imaginação, com auxílio do software. Se a distinção entre esses dois termos (ambos com a mesma sigla, CAD) foi alguma vez clara (um tema de debate que será evitado aqui), agora esta distinção está desaparecendo a medida que aplicativos de CAD cada vez mais sofisticados tornam-se disponíveis (NORTON, 2013). Mostrar todos cálculos utilizados para elaboração do projeto onde podemos atingir e certificar os parâmetros necessários para atendimento dos requisitos do projeto.

De acordo com Norton (2013) alguns desses métodos ainda têm valor porque podem mostrar os resultados de uma forma compreensível, mas não se pode mais “fazer engenharia” sem utilizar o instrumento mais recente e mais poderoso: o computador. Portanto, após a memorial de cálculo tem-se o projeto executivo.

3 METODOLOGIA

Inicialmente foi definido o público alvo para a realização deste projeto. Sendo essa uma pesquisa de campo, levantou-se as necessidades encontradas nas atividades do campo e, afim de viabiliza-las. Visando um projeto de máquinas, as técnicas de análise são qualitativas, pois dispõem de pesquisa de campo (GIL, 2008).

Com os dados obtidos pela pesquisa de campo conseguimos prosseguir na construção do nosso projeto mecânico aplicando as técnicas e teorias adquiridas. O próximo passo foi transformar os requisitos extraídos do público alvo, entende-los e transformá-los em requisitos técnicos para que pudéssemos transformá-los em parâmetros técnicos.

Com esses itens então, usamos de um recurso chamado *Quality Function Deployment* (QFD), ou também, ‘Casa da qualidade’, onde com os requisitos do cliente e do projeto sofrendo um cruzamento e sendo classificados em níveis hierárquicos de importância os itens a serem atendidos no projeto.

Assim prosseguindo, houve a construção da estrutura funcional, que é um desdobramento dos requisitos do projeto então sendo mais detalhado os itens. A estrutura morfológica nos ajuda a enxergar formas variadas de atender nossos requisitos assim elencando modelos que atenderiam os requisitos do cliente. Por fim, após a construção da matriz morfológica, elencamos os modelos escolhidos segundo a viabilidade e atendimento aos requisitos descritos. A matriz passa ou não passa o viabilizou a configuração escolhida na matriz morfológica de acordo com as necessidades do cliente.

Concluída a matriz passa ou não passa, deu-se início ao projeto básico. Dentro do projeto básico temos outros itens a serem construídos como o desenho técnico 3D, a proposta comercial e a especificação técnica comercial.

Realizou-se um cronograma com as datas em que as etapas do projeto devem ser entregues e matriz de responsabilidades onde cada integrante recebe suas atribuições. Também contamos desde o início do projeto com datas de entregas, ressaltando as atividades a serem realizadas, data de envio, responsáveis e servindo como documento caso haja alguma situação extraordinária acordada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa de campo foi criada com um direcionamento para as atividades agrícolas tendo como resultado um veículo com necessidade de alto torque, com boa autonomia elétrica

e seguro. Todos os membros se juntaram afim de decidir quais eram as melhores abordagens para conseguir extrair a real necessidade do cliente (Quadro 1).

Quadro 1- Pesquisa de campo

<u>PESQUISA DE CAMPO</u>	
Requisitos do cliente	
<p>Nesta pesquisa buscamos extrair, do nosso cliente, as necessidades e exigências pertinentes ao projeto para melhor atender suas necessidades. A abordagem da pesquisa deve acontecer com a interação entre quem esta realizando-a e o cliente afim de tirar dúvidas, conduzir e conseguir adequar as solicitações percebidas à pesquisa em si. Todos os itens descritos a seguir podem ter mais de uma alternativa para ser assinalada.</p>	
<u>PERGUNTAS</u>	
<p>01 – Na agricultura, para qual fim seria mais utilizado o veículo? Quais outras atividades cotidianas você realizaria com o produto?</p>	
a)	<input type="checkbox"/> – Transporte de objetos.
b)	<input type="checkbox"/> – Manejo do solo.
c)	<input type="checkbox"/> – Locomoção pessoal .
d)	<input type="checkbox"/> – Terrenos irregulares.
<p>02 – Para o desenvolvimento de novos produtos utilizando energia renovável. Quais dos itens abaixo são relevantes?</p>	
a)	<input type="checkbox"/> – Bateria recarregável
b)	<input type="checkbox"/> – Acesso financeiro
c)	<input type="checkbox"/> – Minimizar impacto ambiental
d)	<input type="checkbox"/> – Necessidade de treinamento para uso
e)	<input type="checkbox"/> – Dificuldade de manutenção
f)	<input type="checkbox"/> – Autonomia

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após obter, compilar e analisar as respostas obtidas, encontramos os requisitos dos clientes e assim, nossa próxima etapa foi transformá-las em requisitos técnicos. Abaixo estão os requisitos encontrados pela pesquisa de campo e os requisitos do projeto que são um desdobramento, com cunho técnico, dos requisitos do cliente. Nota-se que quando se coloca a parte técnica em ação, consegue-se muito mais requisitos para atender as necessidades encontradas. Os itens já estão ordenados corretamente segundo a ferramenta QFD (Quadro 2).

Quadro 2 -Requisito do cliente e requisitos do projeto

ER Soluções Energéticas	
REQUISITOS DO CLIENTE	REQUISITOS DO PROJETO
1. Segurança	1. Caixa transmissão 1,2,3,R auto
2. Tração nas quatro rodas	2. Pneus off road
3. Alto torque	3. Eixo cardan
4. Boa autonomia elétrica	4. Diferencial traseiro e dianteiro
5. Equipamento robusto	5. Resistência mecânica
6. Engate traseiro	6. suspensão traseira com feixe de mola
7. Pneu específicos para campo	7. Suspensão adaptável
8. Suspensão reforçada	8. Alto fator de segurança
9. Transporte de carga	9. Peças existentes no mercado
10. Médio porte	10. Suspensão traseira 4LINK
11. Chassi reforçado	11. Tração auto blocante
12. Ergonomia adaptável	12. Buchas de bandejas de P.U. Shore 80
13. Manutenção simples	13. Reboque com regulagem de altura
14. Baixo custo	14. Bateria recarregável
15. Facilidade na operação	15. Chassi curto
	16. Ponteira de direção UNIBall
	17. RPM ajustável ao torque
	18. Suspensão duplo A
	19. Câmbio automático
	20. Material baixo custo
	21. Atender à NR12
	22. Placa fotovoltaica
	23. Bateria de lithium
	24. Amortecedores com dupla ação
	25. Motor combustível fóssil
	26. Fácil acesso às peças
	27. Direção elétrica

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A ferramenta QFD ajuda a hierarquizar os itens. Devido à complexidade de se analisar o todo, a ferramenta possibilita microanálises, para que, ao fim, o algoritmo realize a hierarquização de acordo com cada resposta selecionada na definição de relevância de cada item e cruzamentos, entre si e entre requisitos do cliente e do projeto.

Segundo Back *et al.* (2008), a parte de desenvolvimento estrutural do produto que é onde identificam-se os requisitos do cliente para atribuição de funções do produto as técnicas de maior importância, onde no produto agrega-se a confiabilidade entre as funções com nível menor até o maior.

A estrutura funcional de desdobra em outros três itens, Função Parcial, Função Elementar e Descrição. Tal desdobramento nos ajuda a especificar ainda mais onde o item descrito se encaixa nos nossos projetos tão quanto sua real função e a descrição mais detalhada

de cada item, assim selecionando as funções mais adequadas que alimentarão a matriz morfológica (Quadro 3).

Quadro 3 - Estrutura funcional

































Função Geral	Função Parcial	Função Elementar	Descrição
Material baixo custo	Acessível ao consumidor	Utilizar materiais de baixo custo	Os materiais de baixo custo dão maior acessibilidade ao consumidor final, sem deixar cair a qualidade do produto
Placa Fotovoltaica	Captar energia	Obter energia para movimentar o veículo	Placas 60x80 cm captam a energia solar transformando em energia elétrica para movimentar o veículo
	Autonomia %	Garantir certa % de carregamento	Usar o mínimo do motor à combustão
Bateria Lithium	Armazenagem energia	Armazenar energia para o trabalho no campo	Evitar uso do motor a combustão
	Recarregável	Conseguir carregar a bateria para um dia de uso	Recarregar mesmo quando não está em uso
Automação	Suspensão	Ajustar automático da suspensão	A suspensão será ajustada de acordo com o terreno em que se encontra
Pneus Off Road	Tamanho do pneu	dar aderência de acordo com o terreno	Usa-se pneus com agarradeiras
	Rolamentos das rodas		Evitar que haja desgaste em eixos
Eixo cardan	Material	Dar resistência	Usar material resistente a impactos
	Peças	Fácil troca	Ter peças em estoque
Atender a NR-12	Segurança	Dispositivos de segurança	Sintomas de segurança com sistema de travas
	Proteções	Proteção partes móveis	Evitar danos em outros sistemas do carro
Motor combustível fóssil	Energia	Reaproveitar a energia solar	Placas 60x80 cm captam a energia solar transformando em energia elétrica para movimentar o veículo
Fácil Manutenção	Acesso das peças	Lugares práticos para a manutenção	Espaço prático e rápido para manutenção
Proteção de Partes móveis	Proteção do motor	Efetuar a proteção das partes que dão risco ao operador	Evitar que partes móveis ofereçam riscos
Bancos Ajustáveis	Inclinação	Atuar com o gosto do cliente	Oferecer conforto
Reboque com regulagem de altura	Adaptação com o desnível do automóvel	Ajustar com a altura do carro	Ajuste regulável para outras configurações
	Engate prático do reboque	Engate rápido	Trabalho torna-se prático e rápido
	Suspensão	Estabilidade para o veículo	Atua de acordo com o terreno
Caixa transmissão 1,2,3,R automática	Transmitir torque e rotação para rodas	Lubrificação com óleo especificado pelo fabricante	Nível de óleo fácil acesso, cambio totalmente em alumínio para diminuir seu peso
		Conversor de torque com stall baixo para que câmbio comece a transmitir torque e rotação para rodas com baixo rpm do motor	Conversor específico para situação de alta força em baixa rpm do motor
	Ter relação para terrenos acentuados que exigem marcha reduzida	Identificar automaticamente quando esta precisando de mais força	Sensores de inclinação e de torque para identificar quanto vai precisar para ter uma velocidade linear
Tração 4X4	Receber torque e a rotação enviada do câmbio para diferencial	Receber mesma rotação e torque na dianteira e na traseira	Diferencial dianteiro e traseiro com baixa manutenção, lubrificado com óleo especificado pelo fabricante
Suspensão para terrenos irregulares	Amortecedor com regulagem altura e dureza	Bandeijas com mola na frente, e na traseira feixo de molas	Buchas com material especial para suportar grandes impactos sem ocorrer a deformação
	Suspensão para suportar carga		
RPM ajustável ao torque	Motor com forças em baixas rpm	Motor elétrico acoplado com motor a combustível	Pouca manutenção
Amortecedores com dupla ação	Amortecedor com regulagem altura e dureza	Amortecer Impactos, não transmitindo totalmente para a carroceria	Amortecedor calibrados a óleo especial

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Com a estrutura funcional descrita, monta-se a matriz morfológica visando possibilitar modelos ao cliente (elencando de três a quatro modelos diferentes que se encaixam nas funções descritas). Com os modelos elaborados, tornou-se necessário realizar uma análise para escolher as configurações de cada item, elencado de I a IV qual é a opção que melhor se encaixa na situação (Quadro 4).

Após essa hierarquização, a matriz não passa foi para verificar se a melhor configuração descrita na matriz morfológica atende os requisitos do cliente.

Quadro 4 - Matriz Morfológica

funcao geral (requisitos dos clientes)	funcao parcial	Funcao elemental	Modelos				Melhores configurações			
			1	2	3	4	I	II	III	IV
Material baixo custo	acessível ao consumidor	utilizar materiais de baixo custo	 Tubos e chapas	 Pneus	 Bateria	 Motor elétrico	2	1	3	4
Placa Fotovoltaica	Captar energia	obter energia para movimentar o veículo	 Placa solar	 Energia eólica	 Dinamo	 Dinamo de roda	1	3	2	4
	autonomia %	garantir certa % de carregamento	 Painel medidor	 Bluetooth	 Otimizador de energia	 Wi-Fi Internet	1	2	4	3
Bateria Lithium	armazenagem energia	armazenar energia para o trabalho no campo	 Bateria Lítio	 Pilha	 Acumulador Hidráulico	 Capacitor	1	4	2	3
	Recarregável	conseguir carregar a bateria para um dia de uso	 Carregador de bateria	 Carregador manivela	 Carregador de carro	 Cabo carregador	3	1	4	2
Automação	suspensão	ajuste automático da suspensão	 Susp. de mola	 Susp. a ar	 Pneumática	 Suspensão Inteligente	3	2	1	4
Pneus off road	tamanho do pneu	Dar aderência adequada com o terreno	 Auto compensador	 Rolamento axial	 Rolamento cônico	 Rolamento Rígido	1	3	4	2
	Rolamentos		 Auto compensador	 Rolamento axial	 Rolamento cônico	 Rolamento Rígido	1	3	2	4

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A etapa da matriz PNP funciona como uma matriz crucial de decisão, pois a partir do resultado obtido, tem-se insumos suficiente para o projeto básico. A ferramenta é assertiva, porém, deve-se reanalisar minuciosamente outras alternativas. Cada item escolhido é cruzado com as necessidades do cliente e assim utiliza-se a Matriz ‘passa’ ou ‘não passa’ (PNP) especificada no Quadro 5.

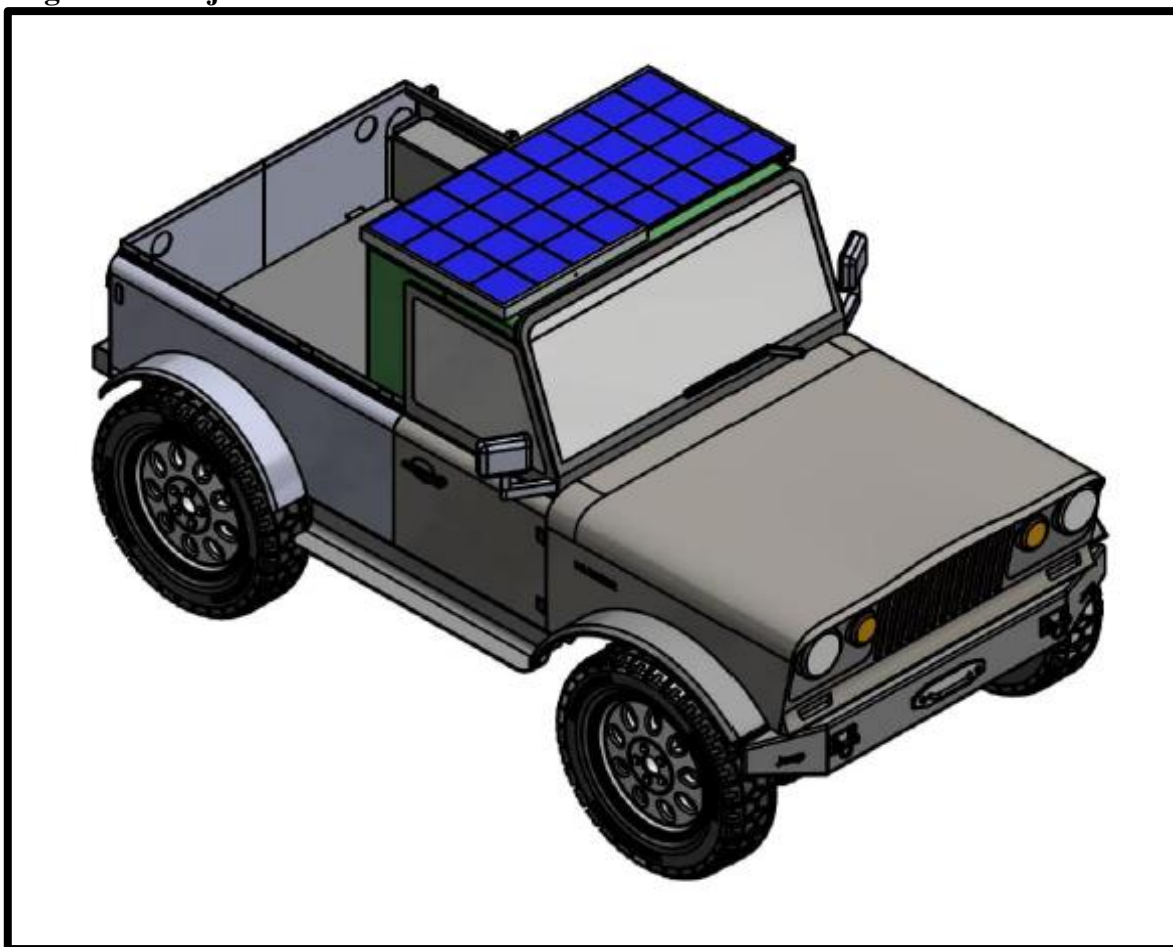
Quadro 5 - Matriz passa não passa (PNP)

Necessidades do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
Segurança	P	NP	P	P
Tração nas quatro rodas	P	P	P	P
Alto torque	P	NP	P	P
Boa autonomia elétrica	P	NP	P	P
Equipamento robusto	P	P	P	P
Engate traseiro	P	P	P	P
Pneu específicos para campo	P	P	P	NP
Suspensão reforçada	P	P	NP	P
Transporte de carga	P	P	P	P
Médio porte	P	NP	P	P
Chassi reforçado	P	P	P	P
Ergonomia adaptável	P	P	P	P
Manutenção simples	P	P	P	P
Baixo custo	P	NP	P	P
Facilidade na operação	P	P	NP	P

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme o Quadro 5, as configurações escolhidas foram elencadas com desenhos 3D no *software SOLIDWORKS*. Os itens definidos na matriz morfológica e passa não passa, auxiliaram no projeto básico a ser seguido (Figura 1).

Visto que, após a definição do projeto básico foi realizada uma especificação técnica detalhada, bem como uma proposta comercial.

Figura 1 - Projeto básico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A especificação técnica, representada no Quadro 6, é essencial para completo detalhamento do projeto, as normas usadas, condições atendidas em contrato, documentação e dados técnicos. É considerado o mapa do projeto, apresentando os componentes a serem utilizados. Esta etapa é fundamental para construção da proposta comercial para o processo de definição do preço do produto e dos serviços.

Quadro 6 - Especificação técnica

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Modelo	Pick-up Elétrica
Capacidade de carga	2500 kg
Torque máximo	37 kgf
Potência Máxima (CV)	144 cv
Tamanho das rodas (pol)	16 pol
Tamanho do pneu	265/70r16
Quantidade de portas	2
Tipo de motor	Elétrico MODELO: L91-4003 tensão de trabalho 120v , Classificação contínua: 12,0 kw (16,0 hp) Saída de pico: 54,0 kw (72,0 hp) Torque desde baixas Rpm até máximo RPM 26 kgf a 37 kgf
Modelo de suspensão	Modelo: Pneumático 7L5 6512 021E Comprimento : 73cm FABRICANTE:
Tipo de estrutura	Modelo: Pick-up F75, Chassi
Modelo de Câmbio	Câmbio 3 marchas com reduzida
Baterias de Lítio	Moura Clean Solar 12V 220AH Densidade dos elementos: 1270g/l (+10/-20 g/l) a 25°C - Tensão de flutuação: 13,8V +/- 0,2V a 25°C - Tensão de circuito aberto: 12,6V a 12,9V a 25°C - Tensão de Recarga: 14,40 +/- 0,1V (2,4Vpe) a 25°C - Tensão crítica: 13,0V +/- 0,1V (2,16Vpe) a 25°
Controlador motor elétrico	Alltrax modelo AXE7234P
Carregador para baterias	Carregador de Baterias com Auxiliar de Partida 20A/16V Compacto 1620 - LUFFE Tensão de Entrada: 127/220 VoltsAC com ajuste Tensão de Saída: 16 Volts Dc Corrente de Saída: 20 Ampéres Regulagem: Ajuste manual de corrente Proteção: Disjuntor 25 Ampéres Potência: 320 Watts Retificação: Onda Completa Dimensão: 19 x 22 x 29 cm (H x L x P) Peso: 6,5Kg

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A proposta comercial, apresentada no Quadro 7, tem a função de definir contratualmente vários itens essenciais para a viabilidade do projeto. Entre estes estão o prazo de entrega, a condição de pagamento, a confirmação e o cancelamento do pedido, multas, montagem, garantia, entre outros. Observa-se então, que essa etapa é um elo importante entre contratante e contratado, pois firma burocraticamente o compromisso de ambas as partes.

Quadro 7 -Proposta Comercial



Proposta nº 2018/01 – Emissão:
11/06/2018.

PROPOSTA COMERCIAL

Página 1

UCEFF – Unidade Central de Educação Faem Faculdade.
A/C: Sr. Nilo José Pierozan
Proposta nº: 2018/06
Referência: Veículo Elétrico

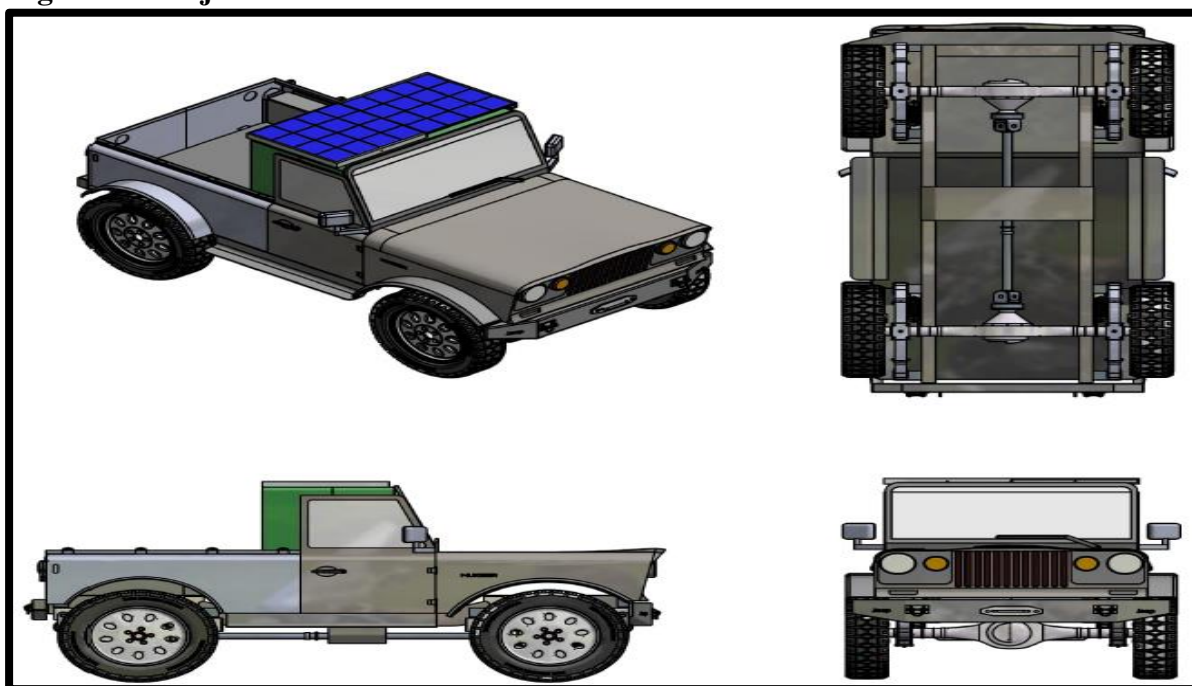
Prezados Senhores,
Atendendo a vossa consulta, temos a satisfação de apresentar-lhes nossa proposta comercial para o fornecimento de um projeto de fabricação de um VEÍCULO ELÉTRICO, o qual será construído de acordo com as características técnicas mencionadas nesta proposta.
Esperamos desta forma ter correspondido as suas expectativas e colocamo-nos ao seu inteiro dispor para quaisquer esclarecimentos complementares.

Atenciosamente,

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

O projeto executivo foi desenvolvido com o *software SOLIDWORKS* sendo baseado no projeto básico. O veículo *off road* tem a função de auxiliar o cliente nos trabalhos diários no campo tendo autonomia elétrica e sendo um veículo que desenvolve o torque necessário para tais, reduzindo o gasto com combustíveis fósseis, sendo assim um veículo sustentável.

Este projeto é o modelo final a ser construído e entregue ao cliente. Todas as suas configurações foram montadas, bem como a especificação técnica, a proposta comercial e a lista de materiais (Figura 2).

Figura 2 - Projeto executivo

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Por fim, todo o projeto, desde o início contou com um cronograma a ser seguido, juntamente com a matriz de responsabilidade que foi designado a um membro do grupo por liderar e cuidar destas ferramentas ao longo do projeto.

Durante o decorrer do semestre tive que se lidar com prazo de entrega das etapas e isso teria sido inviável se não houvesse uma boa gestão de pessoas, prazos e tarefas. Cada etapa era realizada em grupo (todos juntos), em dupla ou individualmente de acordo com o prazo e complexidade da tarefa.

Os projetos se tornam difíceis quando são feitos sem um bom planejamento, uma boa gestão de pessoas e recursos com um objetivo em comum. Portanto, estas ferramentas deram a sustentação necessária, ao longo do semestre, para que conseguíssemos realizar o projeto de Engenharia Mecânica (Quadro 8).

Quadro 8 - Cronograma e matriz de responsabilidade

CRONOGRAMA			MATRIZ DE RESPONSABILIDADE		
			AN=ANDRÉ; FB=FÁBIO; GE=GEAN; AL=ALEX		
PROJETO DE MAQUINAS	DATAS INICIO	DATAS TÉRMINO	ANALISE	EXECUÇÃO	COOPERAÇÃO
	19/02/18	07/07/17			
1ª PARTE	19/02/18	04/03/18			
REQUISITOS DO CLIENTE	05/03/18	18/03/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
REQUISITOS DO PROJETO	19/03/18	25/03/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
QFD- CASA DA QUALIDADE	26/03/18	01/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;AL	AN;AL
HIERARQUIZAR REQUISITOS DE CLIENTE	02/04/18	08/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
HIERARQUIZAR REQUISITOS DE PROJETO	02/04/18	08/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
2ª PARTE	09/04/18	13/05/18			
ESTRUTURA FUNCIONAL	09/04/18	15/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
MATRIZ MORFOLÓGICA	16/04/18	22/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
MATRIZ PASSA NÃO PASSA	23/04/18	29/04/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
PROJETO BÁSICO	28/04/18	06/05/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
3ª PARTE	07/05/18	10/06/18			
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL	07/05/18	13/05/18	AN;FB	FB	FB
PROPOSTA COMERCIAL	14/05/18	20/05/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
CRONOGRAMA	21/05/18	27/05/18	AN	AN	AN;FB;GE;AL
MATRIZ DE RESPONSABILIDADE	28/05/18	03/06/18	AN	AN	AN;FB;GE;AL
ENTREGA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ARTIGO	04/06/18	10/03/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
4ª PARTE	11/06/18	21/07/18			
PROJETO EXECUTIVO	11/06/18	17/06/18	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
MEMORIAL DE CÁLCULO	11/06/18	17/06/18	AN;FB;GE;AL	FB	AN
LISTA DE MATERIAIS	11/06/18	17/06/18	AN;FB	AN;FB;GE;AL	AN;FB;GE;AL
MANUAL MONTAGEM E OPERAÇÃO	18/06/18	24/06/18	AN;FB;GE;AL	GE;AL	AN;GE;AL
ENTREGA ARTIGO	25/06/18	01/07/18	AN;FB	AN	FB

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

O memorial de cálculo serviu para real dimensionamento dos projetos adequados aos objetivos. Os itens abordados para dimensionamento são relevantes para o projeto sendo eles, potência máxima, relação de transmissão, tensão, corrente, torque e consumo.

Como este projeto depende de uma variável não fixa, luz solar, outros parâmetros podem ser afetados por falta de energia solar como, excesso de nuvem, chuva ou algumas épocas do ano (Quadro 9).

Quadro 9 - Memorial de cálculo

Rendimento: conhecido pelo símbolo η , representa a relação entre a potência real ou útil P_u (efetivamente transferida para a ponta do eixo) e a potência total absorvida da rede Para ambas são potências ativas. Matematicamente é:

$$\eta\% = \frac{P_u(W)}{P_a(W)} = \frac{1000 \cdot P(kW)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}$$

$$\eta\% = \frac{736 \cdot P(cv)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} \cdot 100\%$$

Fator de potência: é indicado usualmente pela expressão $\cos \varphi$ e representa o ângulo de defasagem da tensão em relação à corrente, além de representar a relação entre a potência real P (ativa, efetivamente transformada em trabalho) e a potência aparente S. A potência aparente é a soma vetorial da potência ativa e da potência reativa Q, potência esta que não realiza trabalho e é transferida e armazenada nos elementos passivos (capacitores e indutores) do circuito.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{1000 \cdot P(kW)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

Dimensionamento placa fotovoltaica

Para o dimensionamento solar, o conhecimento e familiaridade de grandezas elétricas são necessários:

- Volts (V) é a grandeza usada para medir Tensões;
- Ampère (I) é a grandeza usada para medir a Corrente e
- Watt (W) é a medida da potência e também é o produto da tensão pela corrente.

Assim: [W] Watt = [V] Volts x [I] Ampère

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto visou facilitar as atividades realizadas no campo, construindo assim um projeto de veículo *off road*, movido a energia elétrica tendo como fonte o sol. Além disso, voltado para o meio ambiente, o veículo é sustentável, utilizando de energia limpa para sua operação.

Durante todo o projeto, percebeu-se que cada etapa é importante para garantir a assertividade na criação do produto. Começando pela pesquisa de campo que é essencial para extrair as necessidades do cliente, o esforço e uso do conhecimento de engenharia para traduzir tais requisitos para a parte técnica. A casa da qualidade é um excelente método para elencar por importância o cruzamento dos requisitos de cliente e técnicos e a estrutura funcional junto com

as matrizes morfológicas e passa não passa, sendo cruciais para tomada de decisões, abrindo possibilidades para novas configurações e por fim estando de acordo com os requisitos.

A parte de proposta comercial foi realmente nova onde o professor que ministrou a matéria abordou, não somente nesta etapa, situações reais afim de enfatizar a necessidade do trabalho correto e documentado, com qualidade e segurança.

Por fim, mas não menos importante, ao longo do semestre notou-se crescimento intelectual, crítico e profissional de todos os membros pelo contato que teve com novas realidades, prazos, críticas e por se sentir parte de um projeto de Engenharia Mecânica.

REFERÊNCIAS

AMARAL D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos:** Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

ANTUNES Felipe L., **Guia para publicar seu primeiro artigo científico**, disponível em: <http://posgraduando.com/guia-para-publicar-seu-primeiro-artigo-cientifico/>. Acesso 29 outubro de 2017.

BACK, Nelson. **Projeto integrado de produtos:** planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle.** São Paulo: Pini, 2010.

MEL, Rogério V. A. **Formação de Projeto Básico/Executivo.** Acre: 1. ed, 2014.

MENEZES, Luís César de Moura. **Gestão de projetos.** 3. ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas:** Uma abordagem integrada. 4^a. Ed. - Porto Alegre: Bookman 2013.

OAKLAND. J. **Gerenciamento da qualidade total.** São Paulo: Nobel, 1994.

PAHL, G and BEITZ, W. **Engineering Design:** A Systematic Approach. Springer Verlag, Berlin, 1988.

SHIGLEY, Joseph E. **Projeto de engenharia mecânica.** 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.