

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ALEXANDRE DUARTE DE ALMEIDA

**PROPOSTA PARA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA DE
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA EQUIPE PATO**

BAJA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

ALEXANDRE DUARTE DE ALMEIDA

**PROPOSTA PARA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA
METODOLOGIA DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS NA EQUIPE DE BAJA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, como requisito para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr Diego Rizzotto Rossetto

PATO BRANCO

2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA PARA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA EQUIPE PATO BAJA

Alexandre Duarte de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 02/12/2016 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Gilson Ditzel Santos
(UTFPR)

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dr. Diego Rizzotto Rossetto
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

*A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso de engenharia mecânica

RESUMO

Duarte, Alexandre de A. Proposta para aplicação dos princípios da metodologia de processo de desenvolvimento de produtos na equipe Pato BAJA. 2016. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

Este trabalho apresenta uma abordagem inicial da proposta para elaboração da implementação da metodologia de processo de desenvolvimento de produtos (PDP) na equipe Pato BAJA, pertencente ao programa Baja SAE, a qual se sujeita ao primeiro contato com tal metodologia. Desta maneira, serão abordadas as fases consideradas iniciais e básicas do PDP, como a macrofase de pré-desenvolvimento e as fases de projeto informacional e projeto conceitual, pertencentes à macrofase de desenvolvimento. Contemplando assuntos como a matriz organizacional da equipe, planejamento estratégico, identificação de requisitos para o projeto e funções que deverão desempenhar. Objetiva-se sistematizar o processo de desenvolvimento de projetos da equipe, buscando identificar fatores que facilitam as tomadas de decisão e aperfeiçoando o processo de desenvolvimento do projeto, assim, conseqüentemente, melhorando o desempenho nas competições. A implementação da metodologia do PDP na equipe, inicia com a participação dos integrantes em encontros, previamente estabelecidos, onde será apresentada a proposta de aplicação, trabalhando a metodologia e elaborando relatórios para que fique documentado todo o trabalho desenvolvido. Ao final, será aplicado um questionário que avaliará, com base na opinião dos integrantes da equipe, o nível de contribuição que cada uma das atividades desenvolvidas trouxe, indicando se estão ou não satisfazendo as necessidades da equipe. A partir dos questionários apresentados pelos integrantes da equipe, identificou-se que houve um maior interesse nas atividades e ferramentas que envolvam a identificação das necessidades do produto (Matriz QFD) e na identificação das soluções que satisfazem as necessidades do produto, ou seja, a identificação do “o que” deve ser atendido e “como” será atendido. Percebe-se também que a metodologia desenvolvida, pode ser aplicada em equipes de diferentes atuações, como por exemplo em equipes da competição de Eficiência Energética, Formula SAE e muitas outras categorias que também envolvam o desenvolvimento de protótipos.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos. Programa Baja SAE. Tomadas de Decisão.

ABSTRACT

DUARTE, Alexandre de A. Proposed application of principles of the methodology of the process of product development in the Pato BAJA team. 2016. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

This work presents an initial approach about the methodology implementation of the process of development of products (PDP) to Pato BAJA team, which belongs to Baja SAE program, which is subject to the first contact to this methodology. In this way will be approached the initial and basic phases of PDP, as a macro phase of pre-development and the phases of informational e conceptual projects, which are belonging to the macro phase of development. Will be approached subjects as team organizational matrix, strategic planning, identification of the requirements for the project and functions that will be performed. This study aims to systematize the process of development projects of the team, seeking out to identify factors which will facilitate the decision-making and the improvement of the project, thus, consequently it will improve the performance in competitions. The methodology implementation of PDP on the team, will begin with the participation of team members in meetings, previously established, where will be presented the application approach, working the methodology and elaborating reports to document the developed work. At the end, an evaluation questionnaire, based on team member's opinion, will be applied, to measure the contribution level of each applied activity, indicating if they are satisfying the team's necessity. From the questionnaires presented by the team members, it was identified that there was a greater interest in the activities and tools that involve the identification of the needs of the product (QFD Matrix) and in the identification of the solutions that satisfy the needs of the product, that is, the identification of "what" should be attended and "how" will be reached. It is also noticed that the developed methodology can be applied in teams of different activities, for example in teams of Energy Efficiency competition, Formula SAE and many other categories, which involve the development of prototypes.

Keywords: Process of Product Development, Baja SAE Program, Decision-Making.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Estruturação do processo de desenvolvimento de produtos.....	13
Figura 2 - Estrutura por projeto.	15
Figura 3 - Etapas da fase do projeto informacional.	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Ciclo de vida segundo as atividades pelas quais o produto passa.	19
Figura 5 - Ciclo de vida que o produto de uma equipe de baja passa.....	20
Figura 6 - Diagrama de Mudge.....	21
Figura 7 - Exemplo da matriz de relacionamentos.	22
Figura 8 - Matriz QFD.....	23
Figura 9 - Matriz QFD.....	24
Figura 10 - Estruturação Básica do QFD.	24
Figura 11 - Etapas da fase do projeto conceitual.	28
Figura 12 - Matriz morfológica e a combinação de princípios de solução.	31
Figura 13 - Modelo de elaboração de SSC's.....	32
Figura 14 - Descrição geral dos fornecedores e parceiros.....	33
Figura 15 - Modelo de Matriz de Decisão com peso de critérios.....	34
Figura 16 - Macrofases e fases a serem abordadas.	36
Figura 17 - Proposta de aplicação da metodologia.	38
Figura 18 - Matriz organizacional da equipe.	40
Figura 19 - Organograma funcional da equipe.	41
Figura 20 - Organograma funcional com atribuições de responsabilidades.....	42
Figura 21 - Quadro de aplicações das fases.	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contextualização	9
1.2	Justificativa	10
1.3	Objetivo geral	12
1.4	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Macrofase de pré-desenvolvimento	14
2.1.1	Matriz organizacional ou Organograma	14
2.1.2	Planejamento estratégico	15
2.1.3	Escopo do produto	16
2.2	Macrofase de desenvolvimento	17
2.2.1	Projeto informacional	17
2.2.1.1	Revisar e atualizar o escopo do produto	18
2.2.1.2	Ciclo de vida do produto	19
2.2.1.3	Requisitos dos clientes	20
2.2.1.4	Requisitos do produto	21
2.2.1.5	Especificações do produto	23
2.2.1.6	Monitorar viabilidade econômica	25
2.2.1.7	Avaliar e Aprovar fase	26
2.2.1.8	Documentar decisões tomadas e lições aprendidas	26
2.2.2	Projeto conceitual	27
2.2.2.1	Modelar funcionalmente	28
2.2.2.2	Princípios de solução	29
2.2.2.3	Alternativas de solução	30
2.2.2.4	Definir arquitetura	31
2.2.2.5	Análise de SSC's	33
2.2.2.6	Parcerias e fornecedores	33
2.2.2.7	Seleção de concepção	34
3	METODOLOGIA	36
3.1	Matriz organizacional ou Organograma	38
3.2	Planejamento estratégico e Escopo do produto	42
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	44
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICES	51
	APÊNDICE A – Modelo de escopo do produto	52
	APÊNDICE B – Modelo de projeto informacional	56
	APÊNDICE C – Modelo de projeto conceitual	60
	APÊNDICE D – Modelo de questionário	64
	ANEXOS	68
	ANEXO A – Relatórios do escopo do produto	69
	ANEXO B – Relatórios do projeto conceitual	79
	ANEXO C – Relatórios do projeto informacional	108

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

No mundo globalizado, onde as mudanças ocorrem rapidamente, existe a necessidade de acompanhar o que está acontecendo, assim as empresas encontram-se em um mercado bastante amplo, repleto de oportunidades de novos negócios.

Porém, encontra-se bastante concorrência de mercado, onde as empresas sempre precisam estar inovando seus produtos para conseguirem sobreviver neste território onde quem possui o item de melhor custo benefício, geralmente se torna o líder de vendas. Quando se diz que o produto tem o melhor custo benefício, automaticamente se assimila à qualidade com preço baixo, entretanto, para isso ser alcançado demanda planejamento.

Ao longo dos anos, foi-se desenvolvendo diversas ferramentas e metodologias para a obtenção da qualidade do produto final, onde segundo Cristina (2002), “infelizmente o uso das metodologias e ferramentas para desenvolvimento de produto não é uma realidade em todas as empresas”. Complementando que “hoje, a maioria das empresas que utilizam estas ferramentas e metodologias são as de grande porte” (CRISTINA, 2002, p. 1).

Uma das metodologias bastante empregadas nas grandes empresas é o Processo de Desenvolvimento de Produtos, mais conhecido como PDP, onde utiliza-se de diversas ferramentas para alcançar a qualidade do produto e baixo custo, pois o PDP é “essencial na construção e sustentação de vantagem competitiva” (VARANDAS *et al*, 2015, p. 511). Assim, tem-se a ideia de implementar essa metodologia numa equipe de BAJA, mas para entender o contexto, é necessário saber do que se trata uma equipe de BAJA.

O programa Baja SAE, segundo a Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE BRASIL) tem como intuito promover um desafio aos estudantes de engenharia onde oferece a chance de aplicar na prática os conhecimentos aprendidos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho, pois ao participar deste programa, o aluno se envolve com um caso real de desenvolvimento

de um veículo *off-road*, desde sua concepção, projeto detalhado, construção e testes.

Os alunos que participam do programa Baja SAE devem formar equipes que representarão a Instituição de Ensino Superior (IES) à qual estão vinculados. Estas equipes são desafiadas anualmente a participarem de competições, que reúnem os estudantes e promovem a avaliação comparativa dos projetos. No Brasil a competição nacional recebe o nome de Competição Baja SAE BRASIL e as competições regionais são nomeadas como Etapa Sul, Sudeste e Nordeste. As etapas da competição não são complementares e a equipe vencedora do Baja nacional recebe o convite de participar da etapa internacional da prova, realizada nos Estados Unidos.

Atualmente, os critérios de avaliação da competição são compostos por diversas provas, dentre as avaliações pode-se citar a inspeção de segurança, avaliação de projeto, provas dinâmicas e o enduro de resistência. Essas provas avaliam, minuciosamente, todo o desenvolvimento do projeto e expõe o protótipo desenvolvido a condições extremas de trabalho.

Deve-se ter em mente que por trás da construção de um protótipo, precisa existir toda uma logística que se dissolve em segmentos da engenharia, gestão de projetos, gestão de pessoas, marketing, publicidade, entre outros. Todos esses segmentos precisam de um fator fundamental para que consigam desempenhar suas funções e trabalharem em sincronia, a comunicação. E essa comunicação não deve ser realizada de qualquer maneira, deve-se utilizar os mecanismos corretos de maneira que as informações não se percam, pois, as equipes de baja possuem uma rotatividade de integrantes muito elevada, assim se torna necessário registrar tudo o que é desenvolvido na equipe de modo que as próximas gerações de integrantes continuem o trabalho de onde ele parou, tendendo a sempre evoluir e evitar que se cometam erros já acontecidos.

1.2 Justificativa

A equipe Pato BAJA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco (UTFPR – PB), se voluntariou para a aplicação desta

metodologia, visto que, atualmente, a equipe não consegue desenvolver um bom trabalho quando se trata de gestão de projetos, planejamento, cronogramas e reconhece a necessidade da implantação de uma metodologia que torne a realização das tarefas mais eficientes, executáveis e relativamente simples pois precisa ser disseminada para todos os integrantes, onde muitos destes estão nos períodos iniciais dos cursos de engenharia.

Atualmente o projeto é desenvolvido de maneira intuitiva, baseando-se nas experiências dos integrantes efetivos da equipe, não há uma previsão ou planejamento prévio das etapas necessárias para a execução de uma tarefa. Assim, encontram-se muitas dificuldades, surgem os imprevistos, comprometendo a confiabilidade do projeto, pois se qualquer componente falhar, todo o projeto fica prejudicado, influenciando diretamente no desempenho nas competições.

Almeida *et al* (2008), dizem que “considerando que o desenvolvimento de novos produtos pode ser caracterizado como um projeto, o uso de metodologias, técnicas e ferramentas que auxiliam o seu gerenciamento é crucial”. Segundo Freitas *et al* (2014), “as inovações dentro das empresas de base tecnológica podem ser alcançadas através do Processo de Desenvolvimento de Produtos”. O autor complementa dizendo que o PDP “deve ser estruturado em um modelo de referência que mapeie e integre as atividades, recursos, informações e melhores práticas em mapa comum para todos os envolvidos no projeto de P&D” (FREITAS *et al*, 2014). Então espera-se que esse estudo de caso, que se trata dos princípios da metodologia do PDP, torne o processo de desenvolvimento do protótipo mais eficiente, proporcionando uma visão clara dos passos a serem seguidos ou do que será desenvolvido, podendo assim, elaborar um cronograma confiável, prever possíveis problemas, diminuir a ocorrência de imprevistos e imprevistos. Outra característica importante que essa metodologia proporcionará é a capacidade de distinguir se alguma ideia de projeto proposta é possível ou não de ser realizada pela equipe, quebrando um possível paradigma de que algo complexo ou sofisticado não seja possível de ser criado por uma equipe relativamente nova e sem muitos recursos como a Pato BAJA.

Por se tratar de uma metodologia relativamente genérica, o estudo de caso desenvolvido pode ser adaptado e modelado para que seja útil em outras equipes do programa Baja SAE e também em equipes de outras modalidades, contando que se envolva o desenvolvimento de um protótipo.

1.3 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é a elaboração de uma proposta para implementar a metodologia do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) na equipe Pato BAJA, afim de sistematizar o processo de desenvolvimento do projeto BAJA.

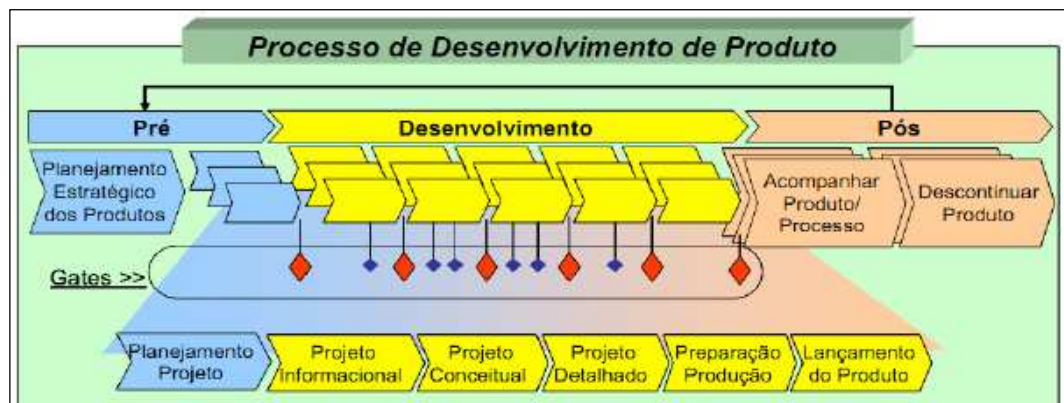
1.4 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo principal, deve-se implementar e definir métodos e ferramentas do PDP que contribuam com o processo de desenvolvimento do protótipo BAJA, realizando então uma seleção das fases e atividades adequadas para a presente situação da equipe, onde essas serão avaliadas pelos integrantes quanto ao nível de contribuição proporcionado. Assim, serão trabalhados os temas de arranjo organizacional, planejamento estratégico, escopo do produto, projeto informacional e o projeto conceitual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Norton (2013) diz que muitas metodologias de projetos foram definidas para ajudar a organizar e enfrentar o “problema não estruturado” (NORTON, 2013), isto é, casos em que a definição do problema é vaga e para os quais existem muitas possibilidades de solução. Visto isso, percebe-se que, segundo Rozenfeld *et al* (2006), a metodologia PDP define a estruturação do processo de desenvolvimento de produtos, dividindo-se em macrofases, onde estas são subdivididas em fases e atividades, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Estruturação do processo de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006).

A macrofase de pré-desenvolvimento, aborda questões mais genéricas no processo de desenvolvimento de produtos, estabelecendo os alicerces da macrofase de desenvolvimento. Segundo Freitas *et al* (2014), a macrofase do pré-desenvolvimento busca o “alinhamento com os objetivos estratégicos da organização” (FREITAS *et al*, 2014, p. 6).

Na macrofase do desenvolvimento, encontram-se as etapas que irão definir as características, funcionalidades e a concepção final do produto a ser desenvolvido, bem como os processos de fabricação. Já a macrofase de pós-desenvolvimento, se assimila ao “pós-venda” onde ocorre o acompanhamento do produto desenvolvido.

2.1 Macrofase de pré-desenvolvimento

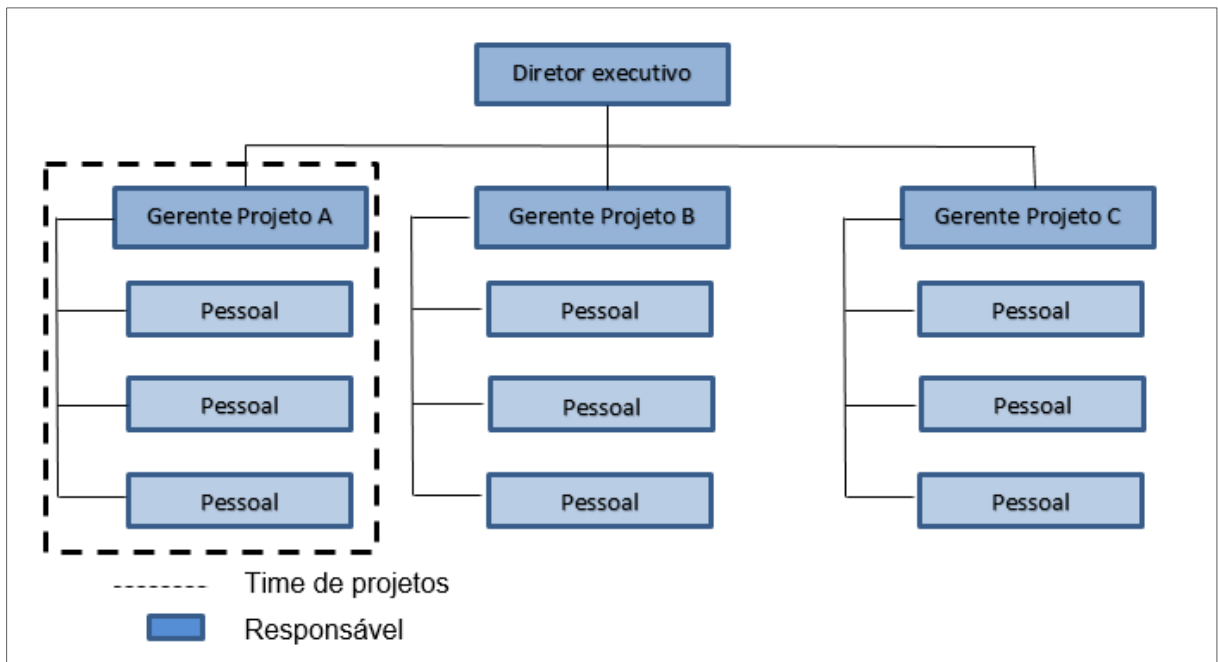
2.1.1 Matriz organizacional ou Organograma

O arranjo organizacional de uma equipe de baja pode ser considerado um dos principais fatores que influenciam o sucesso do projeto, pois este é o que determina como as informações irão fluir dentro da equipe, como serão as atribuições de funções e como estas serão organizadas. Balcão (1965), afirma que o organograma “mostra “quem é subordinado a quem”, ou que cargos são superiores e que cargos são subordinados” (BALCÃO, 1965, p. 108). Visto isso, uma abordagem muito importante que deve ser analisada é como será a hierarquia dentro da equipe, onde há “cargos” que exigem maiores responsabilidades e conseqüentemente possuem maiores influências dentro e fora da equipe. Balcão (1965), complementa dizendo que “o organograma é uma “fotografia” da hierarquia e da divisão de atividades da organização” (BALCÃO, 1965).

Entende-se que uma equipe de baja possui um projeto macro, que seria o veículo completo, entretanto são necessários diversos outros subprojetos que juntos formarão o projeto macro. Ou seja, para completar o projeto de um veículo é necessário ter um subprojeto tais como suspensão, direção, freios, chassi, eletroeletrônica, etc. E para que todos esses subprojetos sejam realizados, é preciso que sejam coordenados por um grupo de gestão para que haja uma sincronia com o restante da equipe no desenvolvimento das atividades. Também é necessário que haja outro grupo para lidar com as questões financeiras da equipe, elaborando plano de negócios, lidando com patrocinadores e promovendo a publicidade da equipe.

Visto isso, percebe-se que a estrutura organizacional de uma equipe de baja necessita de atuação em vários segmentos, podendo-se comparar à uma estrutura organizacional empresarial. Assim, se assemelha a uma das estruturas clássicas de organizações de PDP, denominada estrutura por projeto, que está ilustrada na Figura 2. Segundo Rozenfeld *et al* (2006), na estrutura por projeto “a ligação entre os indivíduos acontece preferencialmente entre aqueles que estão trabalhando em um mesmo projeto” (ROZENFELD *et al*, 2006).

Figura 2 - Estrutura por projeto.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006)

2.1.2 Planejamento estratégico

O planejamento estratégico, nada mais é do que as metas e objetivos a serem alcançados pela equipe. Rozenfeld *et al* (2006) resumem que desenvolver uma estratégia para uma organização é responder cinco perguntas essenciais:

- Onde estamos?
- Para onde vamos?
- Como chegaremos lá?
- Temos capacidade para realizar isso?
- Como saberemos se estamos chegando lá?

Ter essas questões bem claras e definidas é fundamental para facilitar as tomadas de decisão e todo o andamento do projeto.

2.1.3 Escopo do produto

O PDP possui como diretrizes principais o fluxo de informações e de atividades. Rozenfeld *et al* (2006) dizem que o PDP nada mais é do que “um conjunto de atividades realizadas em uma sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes” (ROZENFELD *et al*, 2006). Norton (2013), complementa que na metodologia de projetos, há a necessidade da “criação de um conjunto detalhado de especificações de tarefas que fecham o problema e limitam seu alcance” (NORTON, 2013).

Logo, o PDP se torna extremamente importante devido a possibilidade de realizar o monitoramento das entradas e saídas de informações, a quais compõem a engenharia, produção, marketing e mercado consumidor. Varandas *et al* (2015) dizem que trabalhos realizados sobre PDP buscam, de modo geral, “enfatizar a melhoria da gestão, o aumento de desempenho e a integração de informações de diferentes áreas e sistemas” (VARANDAS *et al*, 2015). Assim, muitos autores entendem que o escopo do produto é a etapa mais importante do processo, pois é onde são definidas as concepções iniciais do projeto, quais estratégias serão adotadas e onde ocorrem as principais tomadas de decisões, assim antecipando problemas e soluções, resultando na otimização de tempo e diminuindo a ocorrência de imprevistos. O escopo do produto, possui a ideia de “trabalhar sistematicamente, entendendo, primeiro, qual o produto que se espera criar com o projeto” (ROZENFELD, 2006, p. 159).

É muito importante que o escopo do produto, seja elaborado por pessoas que possuem diferentes visões sobre o produto para que ocorra um debate de ideias e assim definir o que é melhor para cada situação. Rozenfeld *et al* (2006), dizem que o procedimento para elaboração do escopo do produto necessita-se de “reuniões entre o gerente de projeto e especialistas de diversas áreas, que auxiliarão na complementação e validação das características e funcionalidades do produto” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 159).

Adotando essas medidas, o processo ficará coerente, previsível e acarretando numa integração entre o planejamento, execução e conseqüentemente bom desempenho durante a competição.

Entende-se que os principais elementos contidos no escopo devem descrever o produto que será obtido, as definições básicas, as restrições que limitam o projeto,

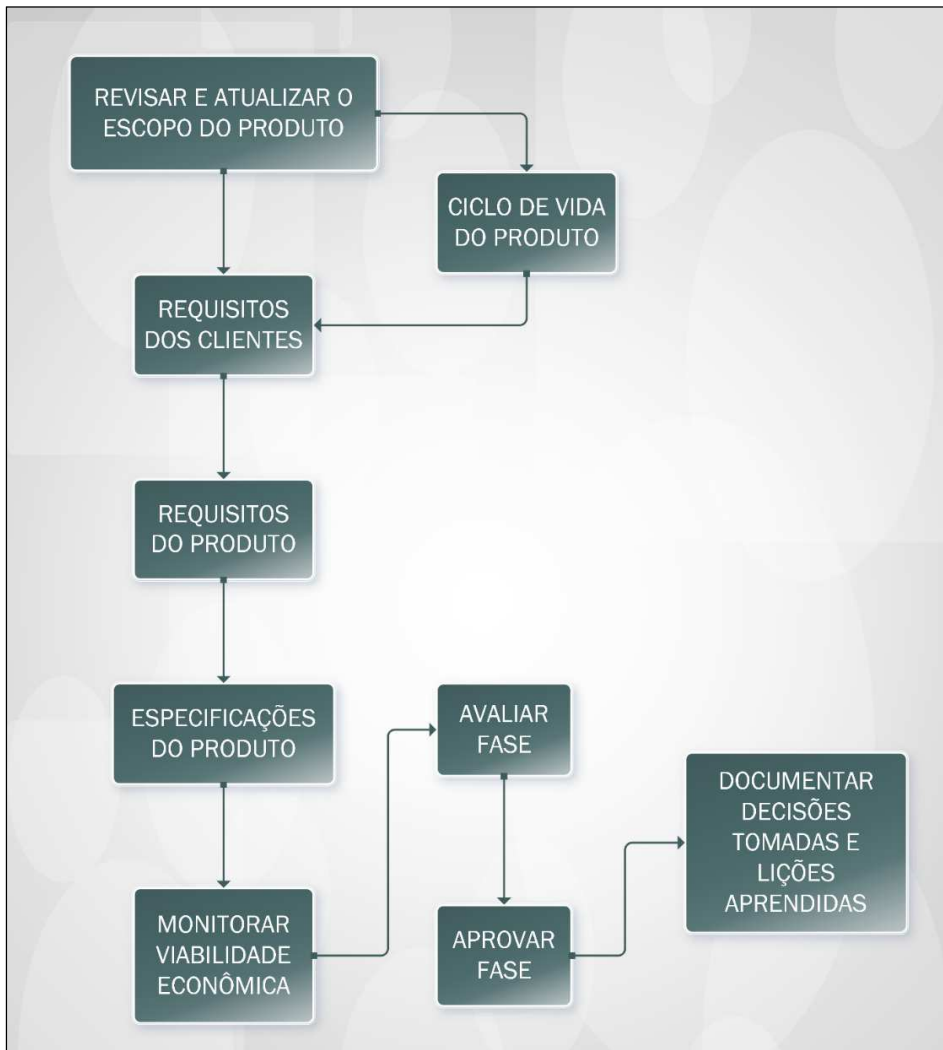
as atividades a serem desenvolvidas, processos a serem utilizados e os recursos necessários como matéria prima, equipamentos e ferramental.

2.2 Macrofase de desenvolvimento

2.2.1 Projeto informacional

Entende-se por muitos autores, que o projeto informacional deve contemplar o maior conjunto de informações possíveis de forma a englobar todos os aspectos relevantes para o projeto. Almeida *et al* (2008), comentam que no projeto informacional, “são geradas as especificações metas do produto, compostas pelos requisitos e informações qualitativas do produto” (ALMEIDA *et al*, 2008). As etapas comumente realizadas na elaboração do projeto informacional, segundo Rozenfeld *et al* (2016), estão “diretamente vinculadas ao escopo do produto” (ROZENFELD *et al*, 2006), como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Etapas da fase do projeto informacional.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006).

2.2.1.1 Revisar e atualizar o escopo do produto

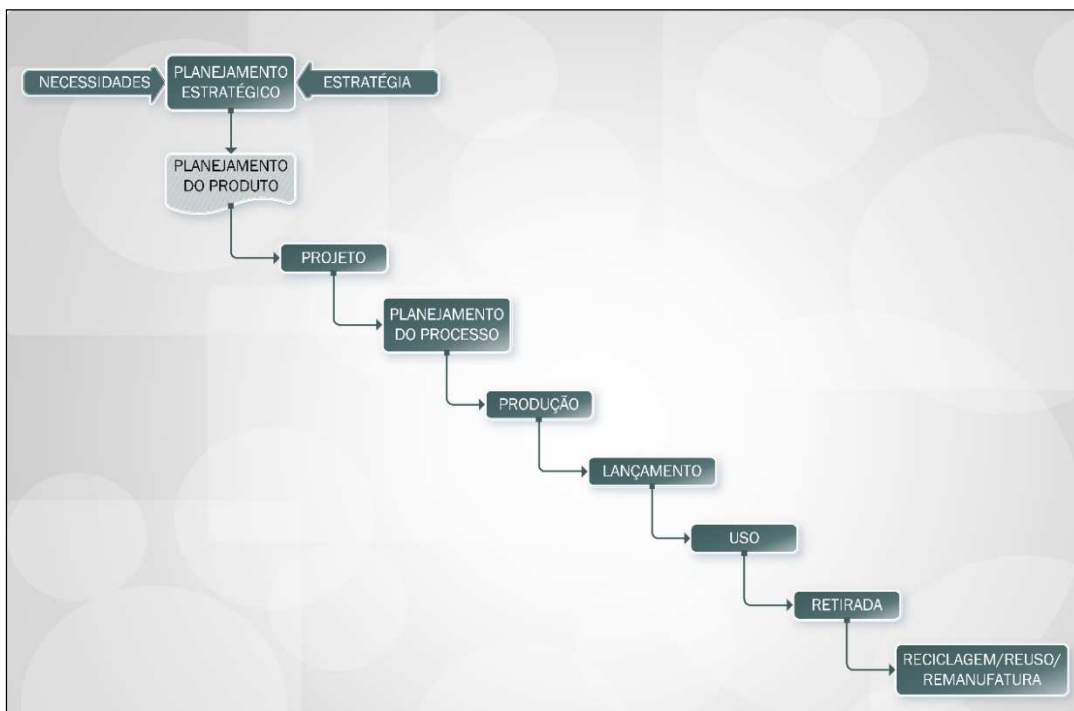
Revisar e atualizar o escopo do produto possui a finalidade de verificar os objetivos e as restrições e uma análise para a busca de novas informações e características para o desenvolvimento do projeto do produto. Rozenfeld *et al* (2006), complementam dizendo que procurasse verificar se o escopo do produto contém os objetivos e as restrições associadas, além de uma série de informações necessárias para a busca de novas e mais detalhadas informações para o desenvolvimento do projeto do produto.

2.2.1.2 Ciclo de vida do produto

O ciclo de vida do produto fornece uma “descrição gráfica da história do produto, descrevendo os estágios pelos quais o produto passa” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 215). Em um projeto de baixa, um projeto não pode ser igual ao da temporada anterior, onde sempre deve-se mostrar mudanças, melhorias e evoluções. Assim o ciclo de vida do produto é muito curto, podendo durar apenas uma temporada, entretanto muitos aspectos do projeto são padronizados por regulamentos, permitindo uma reciclagem ou reuso de alguns componentes para a temporada seguinte.

De acordo com Varandas (2015), a “destinação de produtos no fim de sua vida útil e o reaproveitamento deles, por meio de estratégias de fim de vida, tais como a remanufatura, reciclagem e reuso, vêm sendo focadas pelas empresas” (VARANDAS, 2015, p. 510). Logo, ciclo de vida do produto é definido a partir do planejamento até o seu desuso, tendo em mente que a possibilidade de reciclagem depende diretamente do desempenho mostrado durante a competição. A Figura 4, representa um modelo de ciclo de vida de um produto genérico conforme as atividades ou estágios pelos quais sucedem.

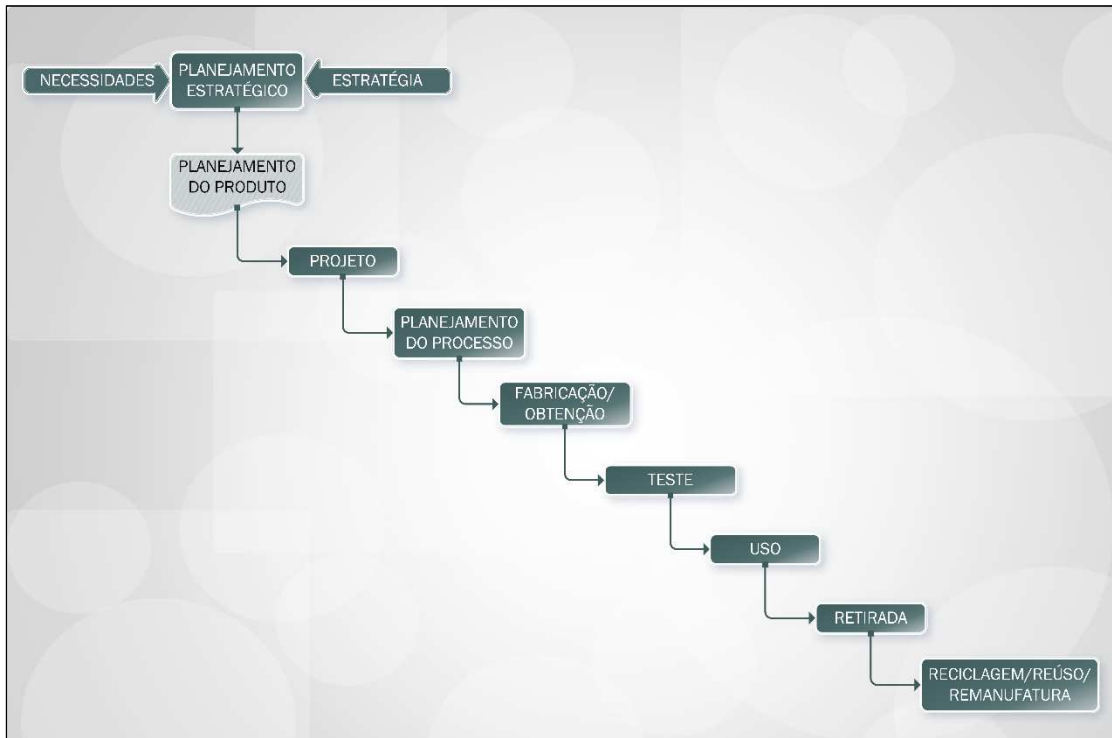
Figura 3 - Ciclo de vida segundo as atividades pelas quais o produto passa.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006)

Este modelo da Figura 4, adaptado para uma equipe de baixa, pode ser representado conforme a figura 5.

Figura 4 - Ciclo de vida que o produto de uma equipe de baixa passa.



Fonte: Autoria própria.

2.2.1.3 Requisitos dos clientes

Os requisitos do cliente, são os requisitos exigidos pelo órgão organizador da categoria baixa, a SAE, logo pode ser interpretado como as exigências contidas nas normas e regulamentos que regem a competição. Muitas vezes é necessário que o projetista interprete os requisitos do cliente, pois o cliente expõe a necessidade de forma qualitativa, em termos subjetivos e vagos. Cristina (2002), constata que “existem necessidades que os clientes não expõem, necessidades implícitas que precisam ser detalhadas” (CRISTINA, 2002).

Rozenfeld *et al* (2006), retratam que “os requisitos dos clientes devem ser agrupados com as necessidades identificadas no escopo do produto e eliminar aquelas que sejam similares”. Em sequência, é possível realizar a classificação dos requisitos, podendo ser relacionados, segundo Rozenfeld *et al* (2006) à aspectos

funcionais, fatores humanos, propriedades, espaço, ciclo de vida, recursos e manufatura, etc.

Os requisitos não possuem o mesmo grau de importância, logo é necessário aplicar um método de valoração, para determinar quais serão as prioridades. Uma ferramenta comumente utilizada para valoração dos requisitos é o Diagrama de Mudge, pois com essa ferramenta, segundo Rozenfeld *et al* (2006, p. 222), “é possível desenvolver um procedimento mais sistematizado, que dependa menos da opinião pessoal de cada membro da equipe”. Será adotado que o resultado gerado pelo diagrama de Mudge, deve ser convertido para uma escala constituída por números inteiros de 1 a 5, representados de maneira proporcional ao diagrama, de forma que o maior peso de um requisito receberá a nota 5, e o menor peso de um requisito receberá a nota 1, evitando assim a possibilidade de um requisito do cliente assumir o valor zero, conforme mostra o exemplo da Figura 6.

Figura 5 - Diagrama de Mudge.

	B	C	D	TOTAL	%	PESO
A	3A	1A	2D	4	44%	5
	B	1B	1B	2	22%	3
		C	1D	0	0%	1
			D	3	33%	4

Fonte: Autoria própria.

As valorações dos requisitos são importantes pois este resultado servirá para alimentar matriz de relacionamento, outra ferramenta que será utilizada na próxima fase.

2.2.1.4 Requisitos do produto

Os requisitos do produto se trata da conversão dos requisitos dos clientes para uma linguagem mais técnica, quantitativa e mensurável, de modo a descrever o desempenho esperado, ou seja, “consiste em como requisitos dos clientes podem ser mensurados tecnicamente” (QFD..., 2012, p. 13). Rozenfeld *et al* (2006, p. 223), complementam dizendo que o produto a ser desenvolvido deve ser descrito por meio de “características técnicas, possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor” (ROZENFELD *et al*, 2006). Cristina (2002), afirma que “é nesta fase do

desenvolvimento do produto que todas os requisitos de qualidade deverão ser satisfeitos para que a qualidade do produto possa ser percebida nas próximas fases” (CRISTINA, 2002, p. 4).

Um exemplo de requisito do cliente para um projeto de baixa seria o produto ser confortável para dirigir/pilotar, isso acarretaria em requisitos do produto como o assento ser acolchoado, escoro para a cabeça, determinar a calibração para os pneus, determinar um limite de esforço para o acionamento do pedal de freio e movimento do volante e demais características podem ser obtidas realizando um estudo sobre ergonomia para o piloto. Desta maneira, um único requisito do cliente pode ser convertido em diversos requisitos do produto, onde esses podem ser determinados, segundo Rozenfeld *et al* (2006, p. 223), por meio de um *check list*, *brainstorming* ou informações de outros projetos.

É necessário avaliar a intensidades das relações entre os requisitos dos clientes com os requisitos do produto, ou seja, o quanto o requisito do produto contribui para o requisito do cliente. Rozenfeld *et al* (2006) sugere que “uma escala de intensidade adequada para essa relação seja: baixa, média ou elevada” (ROZENFELD *et al*, 2006), e também “recebendo a pontuação de 1, 3 e 9, respectivamente” (QFD..., 2012, p.14). Desta maneira, multiplica-se o peso do grau de importância dos requisitos do cliente pela intensidade da relação, assim a valoração dos requisitos do produto ocorre realizando a somatória da coluna que o representa, conforme mostra a matriz de relacionamentos do exemplo da Figura 7.

Figura 6 - Exemplo da matriz de relacionamentos.

		PESOS	REQUISITOS DO PRODUTO		
			REQUISITO 1	REQUISITO 2	
REQUISITOS DOS CLIENTES	REQUISITO 1	1	1 (1x1=1)	9 (1x9=9)	
	REQUISITO 2	3	9 (3x3=9)	9 (3x3=9)	
	REQUISITO 3	5	45 (5x9=45)	5 (5x1=5)	
IMPORTÂNCIA TÉCNICA	ABSOLUTO		55	23	78
	RELATIVO		71%	29%	100%

Fonte: Autoria própria.

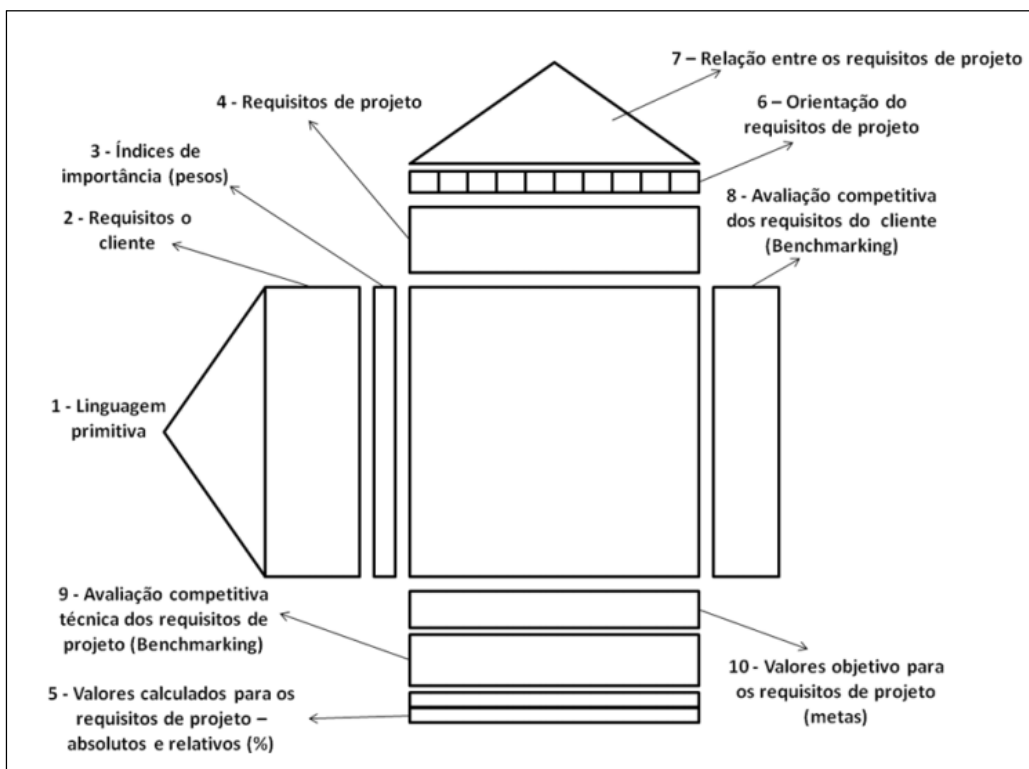
2.2.1.5 Especificações do produto

São as metas que o produto deverá atingir e as restrições que deverá respeitar, onde essas deverão estar relacionados os requisitos do cliente e os requisitos do produto, onde as informações devem estar dispostas de maneira mensurável e de forma a estabelecer o desempenho requerido, como por exemplo o curso máximo do embolo de um amortecedor, ou os limites da espessura dos tubos do chassi, etc.

Rozenfeld *et al* (2006), chamam essa fase de “especificações-metas” do produto, dizendo que são os parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto projetado deverá ter.

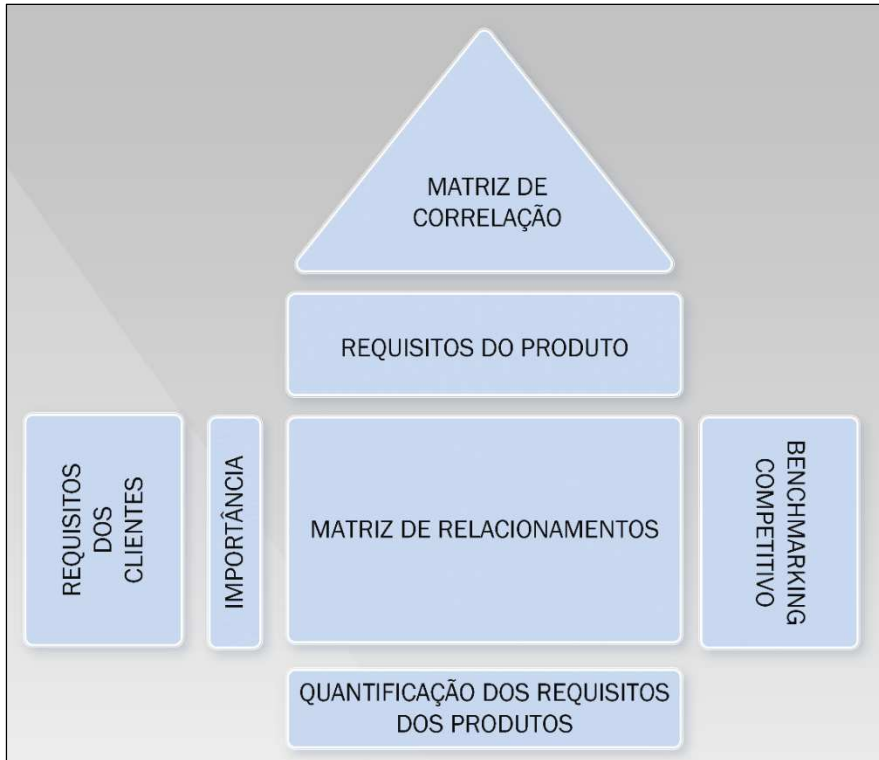
Desta maneira, completa-se as informações básicas para a elaboração do Desdobramento da Função Qualidade, ou QFD (Quality Function Deployment), contendo uma estruturação básica, deixando-se de desenvolver as etapas de benchmarking, matriz de correlações e orientação dos requisitos de projeto, conforme encontra-se em Rozenfeld *et al* (2006, p. 227) e QFD...(2012, p.13), conforme mostram as Figuras 8 e 9.

Figura 7 - Matriz QFD.



Fonte: QFD...(2012, p. 13)

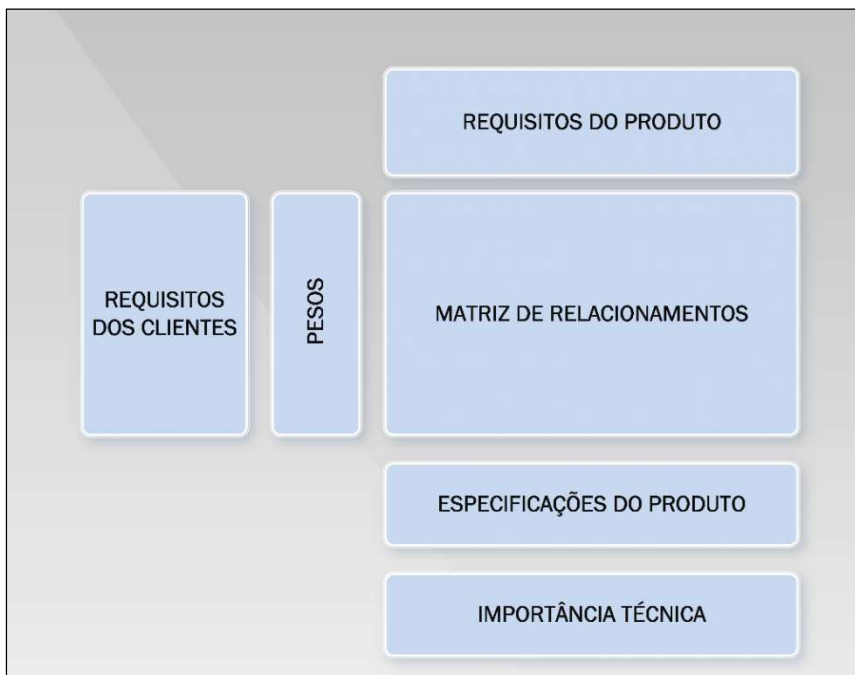
Figura 8 - Matriz QFD.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006, p. 227)

A Figura 10, ilustra como ficou a estruturação básica do QFD desenvolvida.

Figura 9 - Estruturação Básica do QFD.



Fonte: Autoria própria.

Essa ferramenta relaciona os requisitos do cliente e seu grau de importância com os requisitos do produto e suas correlações, evidenciando assim as prioridades do projeto. Rodrigues (2004), diz que QFD “é um método sistemático de projetar a qualidade de um produto ou serviço”. E completa dizendo que “essa ferramenta é utilizada para descobrir e quantificar, durante a etapa do desenvolvimento de produtos, os vários requisitos que vão de encontro às necessidades dos consumidores” (RODRIGUES, 2004).

O QFD, desdobramento da função qualidade, esta metodologia busca maior interação com os clientes pois se trata de um processo estruturado, justamente desenvolvido para introduzir este caráter pessoal ao processo de manufatura, traduzindo desejos do consumidor em projeto de produto e atividades de planejamento e controle do processo. (CRISTINA, 2002, P. 4).

Desta maneira, “os resultados do QFD auxiliam o processo participativo e a tomada de decisão” (QFD..., 2012, p. 16).

2.2.1.6 Monitorar viabilidade econômica

Monitorar a viabilidade econômica, pode-se dizer que é a análise de custo benefício do desenvolvimento do produto onde a sistematização desse processo não será fácil, pois uma equipe de baixa não possui fins lucrativos e depende diretamente de patrocinadores e o apoio da IES. Evidentemente é possível desempenhar alternativas para arrecadação de verba e suprir necessidades financeiras quando não seja possível o apoio dos patrocinadores e IES.

Visto isso, uma providência que possa ser realizada é a célula em questão, avaliar o seu projeto, juntamente com os responsáveis pela gestão da equipe e o capitão, se o custo do projeto conseguirá ser absorvido, caso contrário determinar quais medidas devem ser tomadas para que o projeto tenha êxito (patrocinadores, apoio da IES, etc.).

Rozenfeld *et al* (2006), mostram que nesta fase, a equipe de projeto deve “verificar se as necessidades e requisitos de custo das etapas do ciclo de vida do produto foram devidamente levadas em conta” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 232).

Caso seja determinado que o custo-benefício do projeto é inviável ou se não haverá recursos suficientes, o projeto deve ser alterado de modo a se adequar à realidade e necessidades da equipe.

A análise da Viabilidade Econômica do Projeto, também se repete na fase do Projeto Conceitual, após a atividade de Seleção de Concepção, no item 2.2.2.7.

2.2.1.7 Avaliar e Aprovar fase

A avaliação de fase consiste na revisão do projeto informacional de forma a se certificar que critérios importantes foram satisfeitos, Rozenfeld *et al* (2006) sugere que “esses critérios sejam: abrangência, concisão e ausência de redundâncias, uniformidade de abstração, estruturação adequada, clareza, praticabilidade e aspectos econômicos” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 232).

Se as especificações metas abordam todos os critérios relacionados de maneira satisfatória, pode-se então aprovar o projeto informacional desenvolvido. Essa fase também se repete ao fim do Projeto Conceitual.

2.2.1.8 Documentar decisões tomadas e lições aprendidas

Para promover uma constante evolução ao longo das temporadas, é indispensável que se elabore um registro das análises dos projetos, com o intuito de que no futuro não se repita erros semelhantes ao do passado e para que as próximas gerações de membros da equipe saibam o que já foi feito, o que deu certo, o que não deu e o porquê disto.

Ao longo de todo processo de desenvolvimento de um projeto, são realizadas atividades relacionadas à melhoria do processo de desenvolvimento de produtos, e as lições aprendidas durante esse processo são fontes importantes de informações para a realização das melhorias. (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 112).

Rozenfeld *et al* (2006), dizem também que a atividade de “registrar lições aprendidas” é uma atividade “simples em termos de sistematização, porém complexa em relação às análises necessárias” (ROZENFELD *et al*, 2006). Assim, ao documentar as decisões tomadas e lições aprendidas, é necessário realizar uma

análise sistemática do desenvolvimento das fases do projeto e buscar padronizar a documentação, abordando tópicos como:

- Aspectos técnicos do produto;
- Aspectos técnicos do processo de produção;
- Gestão do processo de desenvolvimento;
- Gestão do projeto;

E demais tópicos como fornecedores, patrocinadores, treinamentos, liderança, estratégias, etc.

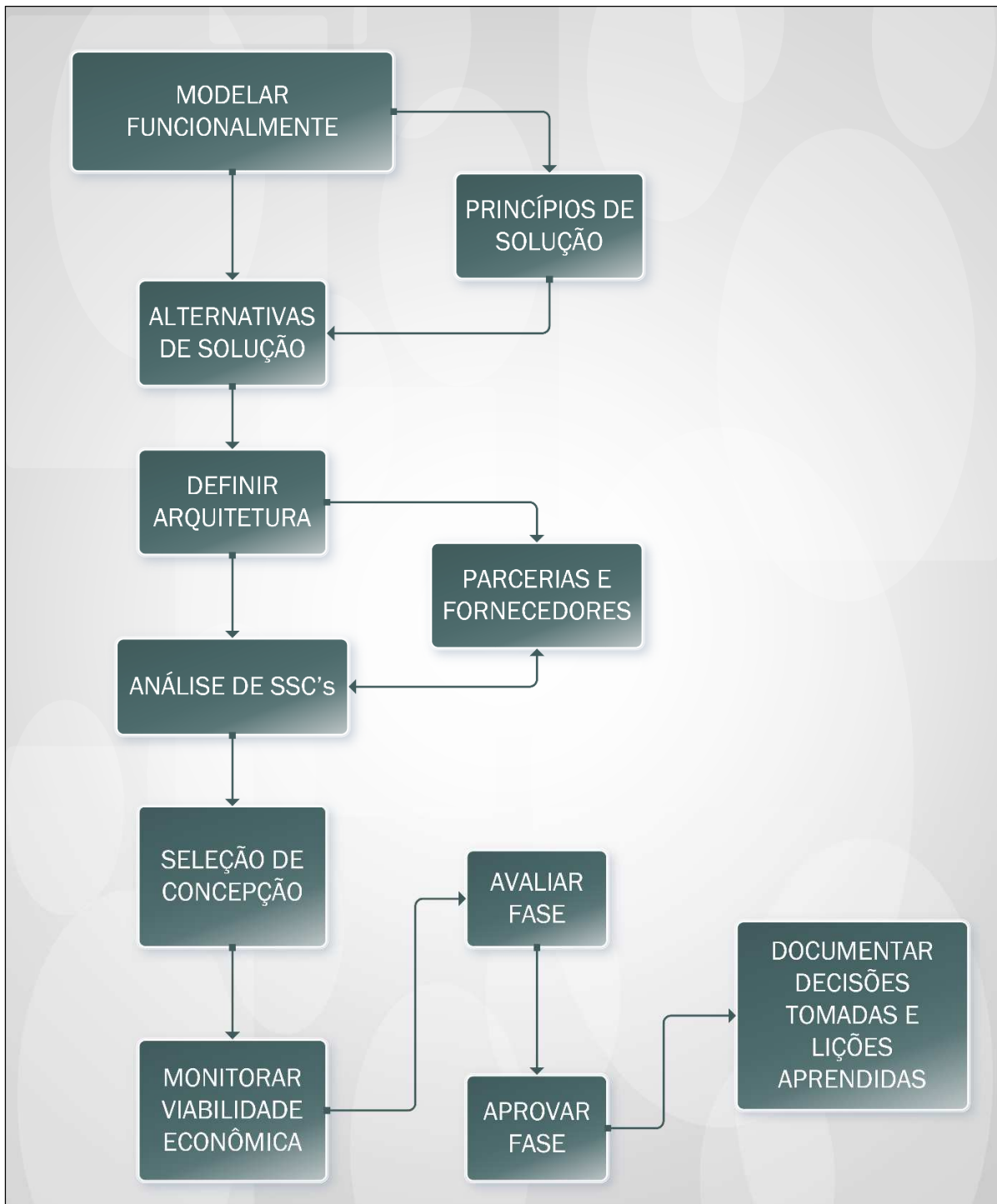
2.2.2 Projeto conceitual

O Projeto Conceitual trata-se da apresentação dos princípios de soluções para as necessidades do produto, ou seja, satisfazer as necessidades evidenciadas no projeto informacional. Nesta fase, existem etapas a serem desenvolvidas para determinar a concepção final do produto. Segundo Almeida *et al* (2008) no projeto conceitual, são geradas e estudadas soluções que atendam as especificações meta.

Rozenfeld *et al* (2006), mostram que as atividades da equipe de projetos relacionam-se com a busca, criação, representação, e seleção de soluções para o problema de projeto.

Se tratando de uma equipe de baixa, é seguro dizer que não é aplicável tudo o que se encontra nas bibliografias sobre PDP, assim será aplicado os tópicos considerados mais relevantes para iniciar a implementação da metodologia em um projeto de baixa. A Figura 11 mostra as etapas do projeto conceitual que serão desenvolvidas.

Figura 10 - Etapas da fase do projeto conceitual.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006).

2.2.2.1 Modelar funcionalmente

Modelar funcionalmente o produto trata-se de elencar as funções que o produto deverá desempenhar a fim de satisfazer as necessidades dos clientes e as

especificações do produto. “As vantagens do modelamento funcional são: concentração sobre “o que” tem que ser realizado por um novo conceito ou reprojeto, e não “como” vai ser realizado” (OTTO E WOOD, 2001).

A modelagem funcional “auxilia a descrever os produtos em um nível abstrato, possibilitando a obtenção da estrutura de produto sem restringir o espaço de pesquisa a soluções específicas” (ROZENFELD *et al* 2006, p. 237).

Para se executar uma função, muitas vezes é necessário que outras subfunções sejam executadas. Muitos autores chamam a função principal de função global e as subfunções de sistema funcional. Um exemplo clássico utilizado para se explicar o modelamento funcional a máquina de lavar roupas, onde a função global é a lavagem das roupas e as subfunções que contemplam a lavagem das roupas seriam molhar as roupas, esfregar as roupas, enxaguar as roupas e centrifugar as roupas.

As funções devem ser elaboradas de maneira clara e objetiva, com explicações de como funcionar e por que de sua necessidade. As funções devem ser evidenciadas em tópicos e descritas da maneira a seguir:

F₁: “Descrição da função 1”

F₂: “Descrição da função 2”

F₃: “Descrição da função 3”

Assim por diante, até que todas as funções que o produto deverá realizar estejam descritas.

2.2.2.2 Princípios de solução

É a apresentação dos meios que podem ser utilizados para executar as funções elencadas na modelagem funcional. Rozenfeld *et al* (2006), dizem que nessa fase ocorre a “passagem do abstrato ao concreto” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 244).

É interessante, quando possível, que se tenha mais de uma opção para a solução de uma função, pois posteriormente será realizada uma combinação das soluções para definir qual será a melhor concepção para o produto.

De modo a facilitar a elaboração desta fase, deve-se ter em mente em como responder duas questões básicas: o que fazer e como fazer para satisfazer a função requerida. Rozenfeld *et al* (2006) recomenda que se busquem sistemas capazes de suportar os efeitos físicos necessários à realizações das funções. Complementando com a recomendação da utilização do método intuitivo do *brainstorming*, pois “é um excelente caminho para o desenvolvimento de muitas soluções criativas para um problema” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 245). Rozenfeld *et al* também comentam que o *brainstorming* é uma técnica já bastante conhecida e relativamente simples, que, quando utilizada de maneira adequada, possibilita a obtenção de valiosas soluções.

2.2.2.3 Alternativas de solução

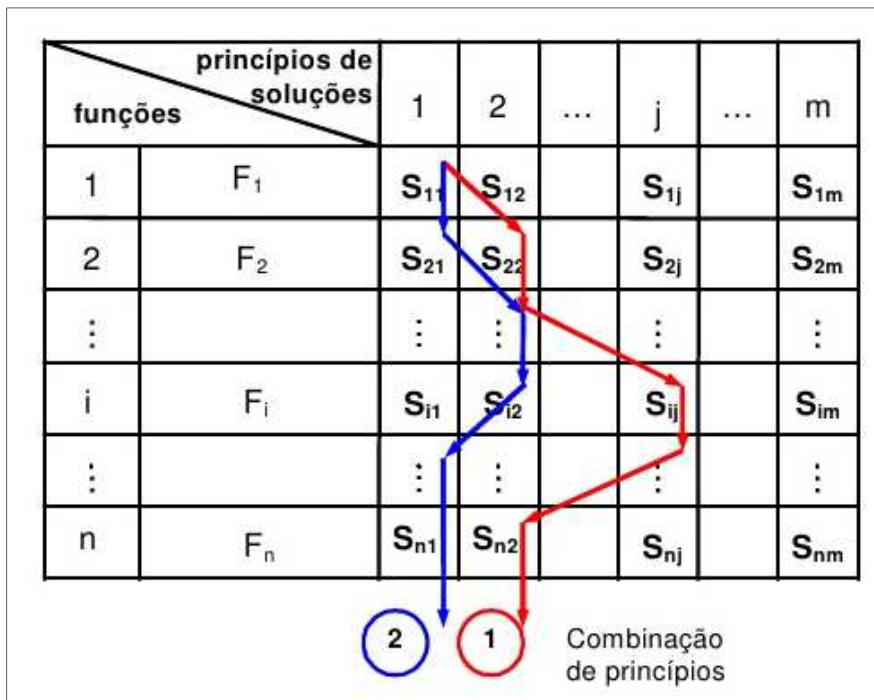
O método adotado por este trabalho para essa fase é o método sistemático da matriz morfológica, que “constitui-se de uma abordagem estruturada para a geração de alternativas de solução para o problema de projeto” (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 249).

Trata-se de realizar a combinação dos princípios de solução de maneira sistemática, gerando assim um conjunto grande de alternativas de solução.

Para a equipe de BAJA, a elaboração de uma alternativa de solução deve convergir à um propósito, relacionando-o com o planejamento estratégico, podendo ser a combinação dos princípios de solução que promove as alternativas de solução mais econômicas, as mais eficientes, as que possuem o melhor design, ou que contemplem um pouco de cada característica, etc. E assim, ao final do projeto conceitual deve ser escolhida a alternativa de solução que melhor satisfaz às necessidades do projeto.

Um modelo do método da matriz morfológica está representado na Figura 12.

Figura 11 - Matriz morfológica e a combinação de princípios de solução.



Fonte: Rozenfeld *et al* (2006)

2.2.2.4 Definir arquitetura

A etapa de definir arquitetura possui o intuito de visualizar como funcionarão os princípios de soluções de cada alternativa de solução, onde o desenho pode ser feito a mão livre, possibilitando uma visão superficial e grosseira da concepção do produto. Pode conter vistas em 2D e em 3D em quantidades suficientes para entender todos os mecanismos, pode-se fazer uso de setas para descrever o sentido de deslocamento e utilizar outros recursos para auxiliar no entendimento do funcionamento do mecanismo.

Nesta etapa deve-se também elencar os SSC's, que representam os Sistemas, Subsistemas e Componentes.

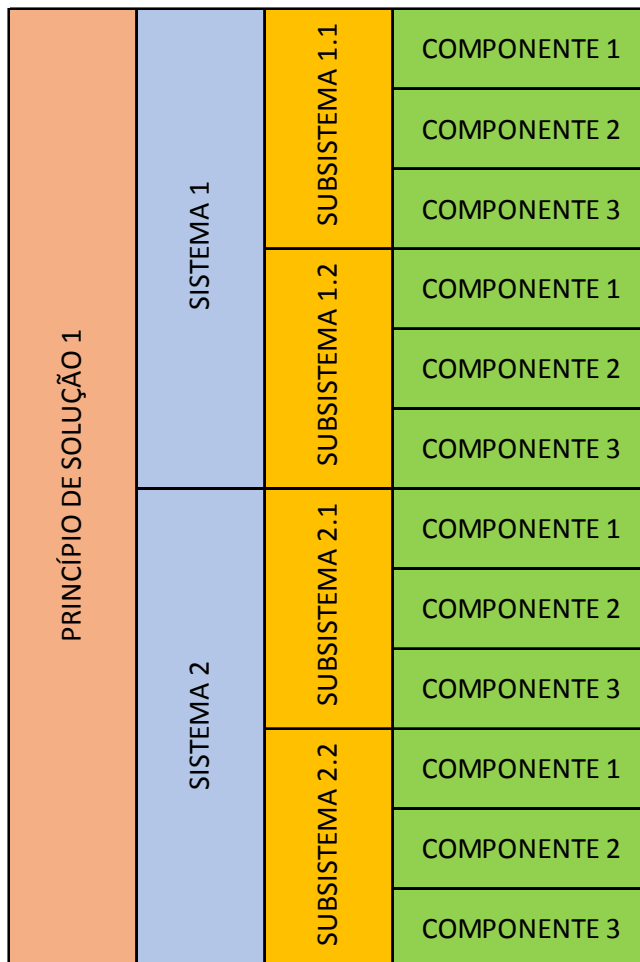
O produto deve ser visto como sendo composto de diferentes partes, as quais estão relacionadas com os princípios de solução individuais adotados nas alternativas de solução e com as funções a eles atribuídas. Dessa forma as alternativas de solução são desdobradas em Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC) que deverão atender às funções do produto. (ROZENFELD *et al*, 2006, p. 257)

Para um melhor entendimento do que é o SSC's, pode-se citar como exemplo a suspensão de um automóvel, onde o "SISTEMA" são a suspensão traseira

esquerda, suspensão traseira direita, suspensão dianteira esquerda e suspensão dianteira direita, o “SUBSISTEMA” são o amortecimento e suporte, e o “COMPONENTES” são os componentes que contemplam cada subsistema, como as molas, amortecedores, bandeja, parafusos, leque de suspensão, pivô, etc. Desta maneira, deve-se elencar todos os componentes que farão parte do produto para cada uma das alternativas de solução. Rozenfeld *et al* (2006, p. 259), citam que o desenvolvimento da arquitetura de um produto, envolve a divisão e identificação dos sistemas, subsistemas e componentes individuais, sua localização e orientação.

Na Figura 13, contém um modelo de desenvolvimento desta fase.

Figura 12 - Modelo de elaboração de SSC's.



Fonte: Autoria própria.

2.2.2.5 Análise de SSC's

Na análise de SSC's, Rozenfeld *et al* (2006, p. 264), relatam que essa fase compreende uma espécie de refinamento da fase de definir arquitetura, no qual são identificados e analisados aspectos críticos do produto, como questões de funcionamento, fabricação, montagem, qualidade, custos, uso, descarte, entre outros. Pois essas informações são importantes para definir os fornecedores e parceiros que contribuirão com o desenvolvimento do projeto.

2.2.2.6 Parcerias e fornecedores

Nesta fase, deve-se descrever as características técnicas de cada componente em cada arquitetura, assim como a definição de seu fornecedor e também os parceiros envolvidos que contribuirão com a fabricação de algum componente. Rozenfeld *et al* (2006, p. 279), acrescenta que a definição de parcerias e co-desenvolvimento pode ocorrer durante toda a fase do Projeto Conceitual do produto.

Para determinar o fornecedor, deve-se considerar a logística envolvida no fornecimento como a disponibilidade, prazo de entrega, formas de pagamento e outros fatores como a qualidade do produto, o perfil da empresa, suas responsabilidades sociais e ambientais, entre outros. De modo a sistematizar esse processo, se torna interessante a elaboração de uma tabela de fornecedores para cada arquitetura, conforme mostra o modelo da Figura 14. Na figura, "S" representa Sistema, "SS" representa Subsistema e "C" representa componente, assim segue-se na ordem desenvolvida na fase de definição de arquitetura.

Figura 13 - Descrição geral dos fornecedores e parceiros.

ESTUDO DOS FORNECEDORES E PARCEIROS								
ORDEM	ITEM	DESCRIÇÃO	FORNECEDOR	PREÇO	COND. PAGAMENTO	PRAZO DE ENTREGA	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
S1, SS1, C1								
S1, SS1, C2								
S1, SS2, C1								
S2, SS1, C1								
...								

Fonte: Autoria própria.

2.2.2.7 Seleção de concepção

Na fase de seleção de concepção, ocorre a escolha da concepção mais adequada para o produto dentre aquelas que foram geradas nas fases anteriores.

Quando se encontra dificuldades de escolher a concepção mais adequada para o projeto, é necessário adotar métodos de avaliação para fornecer a certeza de que se está fazendo a melhor escolha. O método adotado por este trabalho, para sistematizar o processo de escolha e facilitar a tomada de decisão, é conhecido como Método de Pugh ou Método da Matriz de Decisão com o peso dos critérios, onde “fornece uma maneira de medir a capacidade de cada conceito de atender as necessidades dos clientes” (CUTOVOI, 2013, p. 10), assim correlaciona as concepções desenvolvidas com os critérios de avaliações, conforme mostra a Figura 15.

Figura 14 - Modelo de Matriz de Decisão com peso de critérios.

		CONCEPÇÕES					
		PESO	CONCEPÇÃO 1	CONCEPÇÃO 2 (REFERÊNCIA)	CONCEPÇÃO 3	...	CONCEPÇÃO m
CRITÉRIOS	CRITÉRIO 1	P1		0		...	
	CRITÉRIO 2	P2		0		...	
	CRITÉRIO 3	P3		0		...	

	CRITÉRIO n	Pn		0		...	
PESO TOTAL				0		...	

Fonte: Rozenfeld *et al* (2006).

Segundo Rozenfeld *et al* (2006, p. 282), pode-se adotar como critérios as especificações meta, requisitos do cliente e outros parâmetros que podem influenciar na decisão como a estética do produto, facilidade de aquisição, fornecedores, etc. Os pesos adotados para cada critério podem ser reaproveitados das especificações meta (se forem mantidos os mesmos critérios) ou aplicar novamente uma metodologia para gerar uma nova valoração (quando se acrescenta novos critérios). Em seguida, segundo Rozenfeld *et al* (2006, p. 282), é necessário adotar uma concepção como referência, onde todos os critérios da concepção de referência terão o valor “0”, desta maneira as demais concepções serão comparadas à concepção de referência, se for julgado que, em um critério, uma concepção é melhor que a concepção de referência, deve-se colocar “+1”, se for julgado igual a

concepção de referência deve-se colocar “0” e se julgado como pior que a concepção de referência, deve-se colocar “-1”. O valor é determinado pela somatória do produto entre o peso e o valor da concepção (“+1”, “0” ou “-1”) de cada critério. Desta maneira, a concepção que obtiver o maior valor, é a que alcançará o primeiro lugar e indica-se que seja a concepção mais indicada para o produto.

As fases seguintes a essa etapa, são Monitorar viabilidade econômica, Avaliar e Aprovar fase e Documentar decisões tomadas e lições aprendidas, onde seguem o mesmo conceito desenvolvido nos itens 2.2.1.6, 2.2.1.7 e 2.2.1.8, respectivamente.

3 METODOLOGIA

Por se tratar de uma metodologia relativamente complexa e por ser a primeira vez que a equipe de baixa está tendo contato com o PDP, afim de não gerar um impacto muito grande na mudança de filosofia ou na mudança da maneira como vem sendo desenvolvidos os projetos, pois ao tentar mudar significativamente um tipo de comportamento, provoca-se uma certa rejeição à adoção da nova filosofia. Assim, necessita-se que a metodologia PDP seja implementada por etapas, de forma gradativa, acompanhando o amadurecimento da equipe e a percepção de seus integrantes em relação à importância da metodologia e seus benefícios. Desta maneira, este trabalho abordará parcialmente a estruturação do processo de desenvolvimento de produtos, conforme mostra a Figura 16.

Figura 15 - Macrofases e fases a serem abordadas.



Fonte: Autoria própria.

Demais fases e atividades do PDP podem ser implementadas em atividades futuras, desenvolvidas pelos próprios integrantes da equipe ou por outros acadêmicos que se interessarem em desenvolver o aprimoramento do PDP.

A implementação da metodologia é de caráter voluntário e de modo a não atrapalhar o cronograma e o trabalho da equipe, a participação dos integrantes foi dita como opcional, ou seja, participariam aqueles que se interessassem.

A equipe Pato BAJA, atualmente possui 40 integrantes, desse total 14 se voluntariaram a participar dos encontros para a aplicação da metodologia. Esses voluntários pertencem a diversas células da equipe, assim viu-se necessário que eles fossem concentrados em três grupos, que representariam as células de direção, design e eletroeletrônica. A equipe se encontrava com o cronograma já nas etapas finais de fabricação do protótipo, logo todo o projeto e planejamento já haviam sido executados. Assim, para facilitar o entendimento da metodologia do PDP, decidiu-se que os integrantes tentassem desenvolver o mesmo projeto das células da atual temporada vigente. Desta maneira, ficaria perceptível para eles as vantagens e possibilidades que a metodologia disponibiliza para o desenvolvimento dos projetos, pois seria possível comparar o projeto da atual temporada, sem a metodologia, com o mesmo projeto com a aplicação da metodologia.

Foram realizados três encontros com os integrantes da equipe, dentro da sala de aula, nas datas de 15, 22 e 29 de outubro de 2016, com duração de 4 horas cada encontro, onde foi apresentada a proposta de implementação da metodologia em questão, trabalhando em conjunto com os integrantes, de maneira a explicar todos as fases citadas no referencial teórico e acompanhar o desenvolvimento das mesmas por eles.

Ao final dos encontros, cada uma das células elaboraram relatórios do trabalho desenvolvido no escopo do produto, projeto informacional e no projeto conceitual, onde estes podem ser vistos nos anexos A, C e B, respectivamente. Os relatórios desenvolvidos seguiram um modelo estabelecido para desenvolvimento de relatórios, onde podem serem vistos nos apêndices A, B e C.

Posteriormente, foi aplicado um questionário, que consiste em 17 perguntas de múltipla escolha, onde as respostas servirão para gerar indicadores de satisfação quanto às fases e atividades da metodologia proposta, avaliando o nível de contribuição que cada uma delas trouxe para a equipe, pelo ponto de vista dos integrantes. Desta maneira, avalia se as fases e atividades desenvolvidas estão de acordo com as necessidades da equipe, onde assim, se torna possível a alteração da presente metodologia, removendo fases consideradas desnecessárias, conforme as opiniões dos integrantes da equipe.

O modelo do questionário aplicado pode ser visto no apêndice D.

O fluxograma da Figura 17, mostra o processo de desenvolvimento da proposta de aplicação da metodologia de PDP na equipe.

Figura 16 - Proposta de aplicação da metodologia.



Fonte: Autoria própria.

3.1 Matriz organizacional ou organograma

A matriz organizacional foi desenvolvida em parceria com a equipe Pato BAJA, desde o início do ano de 2016, onde este modelo foi adotado durante toda a

temporada vigente. Elaborada de maneira hierárquica, seguindo o modelo de estrutura empresarial por projetos, de forma a proporcionar autonomia e agilidade nas decisões e ações, claro endereçamento de responsabilidades e alinhamento com os objetivos da equipe. Desta maneira, espera-se que se tenha uma estrutura organizacional que otimize o planejamento e desenvolvimento de atividades, facilite o fluxo de informações dentro da equipe e evidentemente espera-se um reflexo positivo nas competições pela adoção desse modelo organizacional.

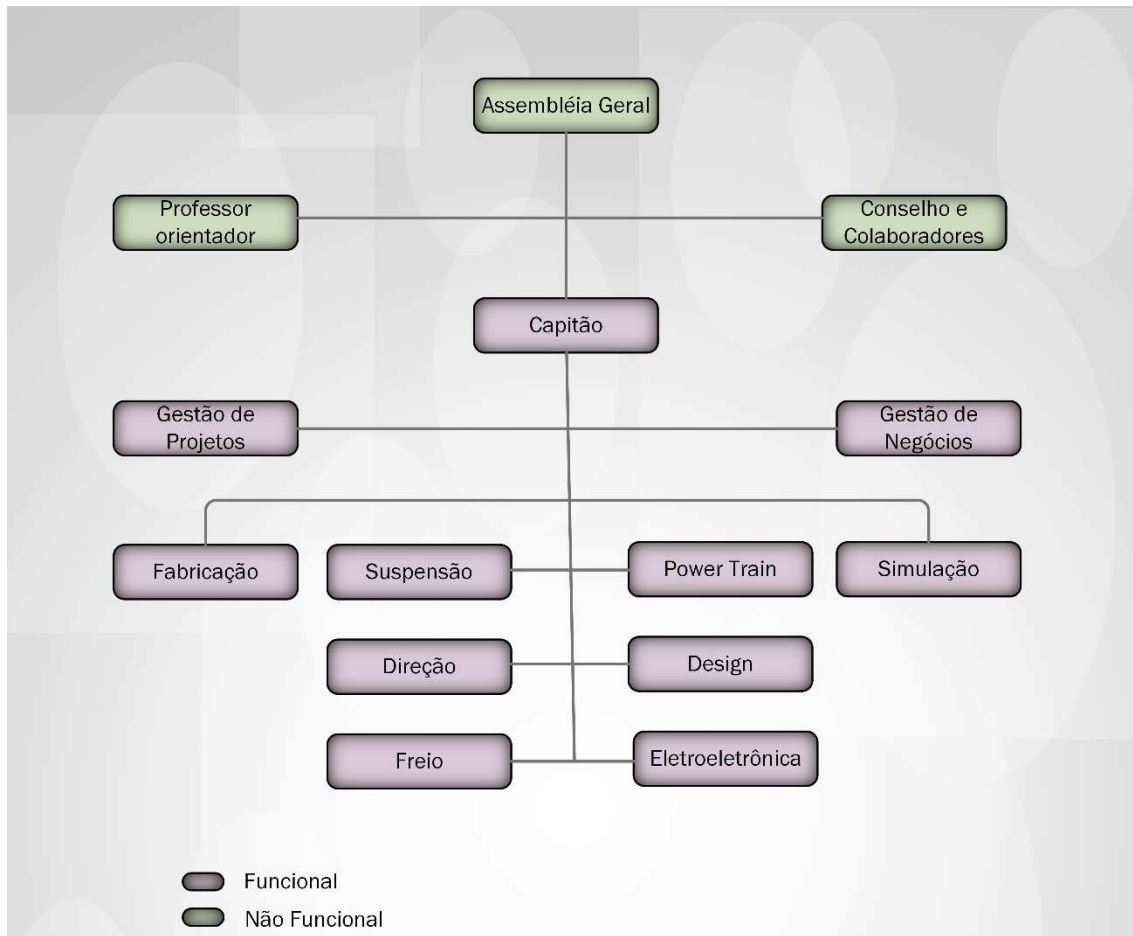
A Matriz organizacional foi estruturada de maneira que o projeto do Baja seja um projeto macro, onde este necessita de subprojetos que o complementam. Os subprojetos são divididos de acordo com as necessidades do projeto macro, por exemplo o sistema de suspensão, sistema de direção, sistema de freios, etc. Os subprojetos são chamados de células e possuem caráter funcional, ou seja, que executam tarefas e cumprem cronogramas. É necessário que sejam definidos outros grupos, que possuem caráter não funcional, ou seja, que não executam tarefas ou cumprem cronogramas, contudo são extremamente necessários para a equipe, como por exemplo o professor orientador, o conselho e a assembleia geral.

Assim, juntamente com a equipe Pato BAJA, o organograma de modelo empresarial foi elaborado de modo a atender as especificações acima citadas, satisfazendo as necessidades da equipe. A Figura 18, exibe o modelo desenvolvido.

De maneira a facilitar a comunicação, fluxo de informações e acompanhamento do desempenho é necessário que cada célula funcional possua um representante, denominado líder de célula, onde esta pessoa se torna responsável pelo desenvolvimento, acompanhamento e cumprimento de todas as atividades realizadas dentro de sua célula. Este líder também é o agente responsável pela comunicação de sua célula com o capitão, a célula de gestão de projetos e demais células que compõem a equipe. Desta maneira, cria-se uma hierarquia dentro da equipe, que preferencialmente deve-se seguir o seguinte fluxo:

INTEGRANTE <> LÍDER DE CÉLULA <> CAPITÃO <> PROFESSOR ORIENTADOR <> UNIVERSIDADE

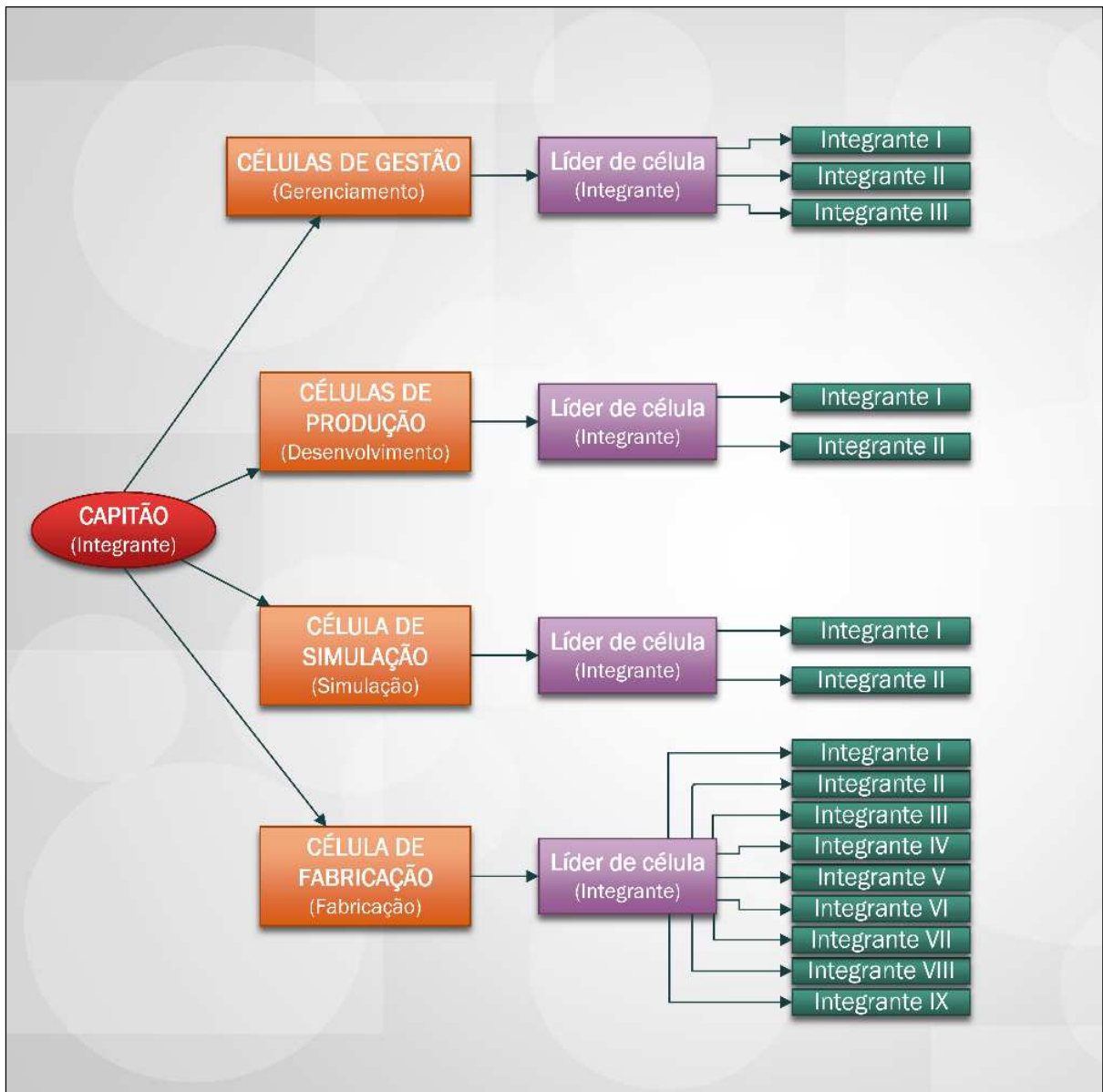
Figura 17 - Matriz organizacional da equipe.



Fonte: Autoria própria.

Desta maneira, torna-se possível elaborar um organograma funcional composto pelas células de carácter funcionais da equipe. Conforme mostra a Figura 19.

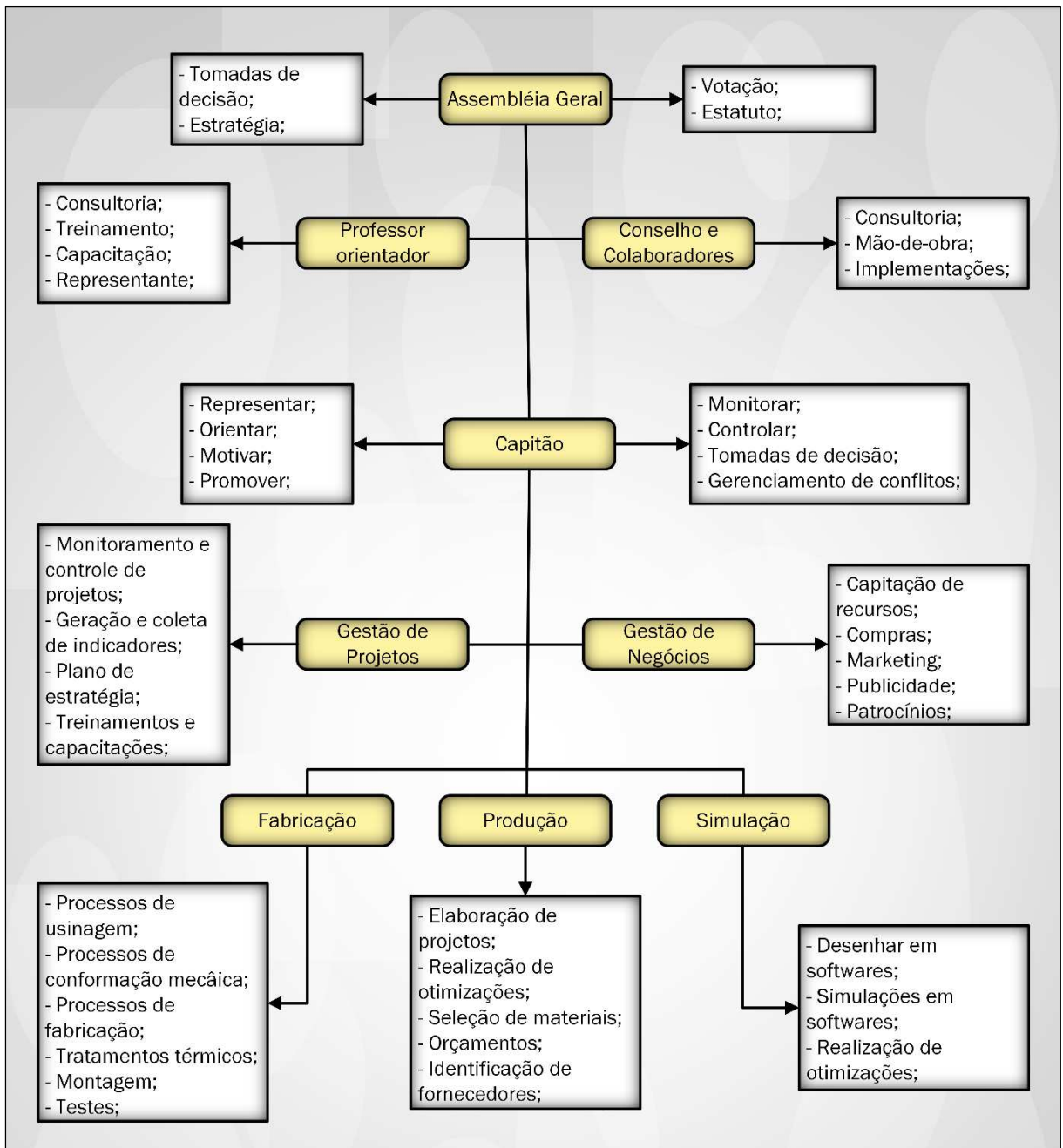
Figura 18 - Organograma funcional da equipe.



Fonte: Autoria própria.

De modo a definir quais as atribuições e características de cada célula e grupo que compõem o organograma, foi elaborada uma pesquisa de opinião dentro da equipe Pato BAJA. As informações coletadas levaram às definições descritas na Figura 20.

Figura 19 - Organograma funcional com atribuições de responsabilidades.



Fonte: Autoria própria.

3.2 Planejamento estratégico e escopo do produto

O planejamento estratégico foi difundido no escopo do produto, onde cada célula possui a liberdade de traçar sua própria estratégia, entretanto deve atender a estratégia global da equipe.

O relatório do escopo do produto foi elaborado de maneira que necessite da aprovação dos líderes das células de Gestão de projetos e Gestão financeira e pelo Capitão da equipe para que então seja dada continuidade nas fases do PDP. Essa fase também servirá como documentos para a gestão do conhecimento, onde ficarão armazenado para que sejam acessados posteriormente, durante outras temporadas, assim criando um banco de dados ou histórico dos projetos desenvolvidos.

As mesmas ideias do relatório escopo do produto foram adotadas para os relatórios do projeto informacional e projeto conceitual.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a elaboração do referencial teórico, foi identificado que as fases da metodologia do PDP não são aplicáveis para todas as células da equipe. Assim, foi desenvolvido um quadro, mostrando em quais células da equipe as fases do PDP podem ser aplicadas. Conforme mostra a Figura 21.

Figura 20 - Quadro de aplicações das fases.

ATIVIDADE	CÉLULA								
	Suspensão	Direção	Freios	Design	Power Train	Eletroeletrônica	Gestão de Projetos	Gestão de Negócios	Capitão
Matriz organizacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Planejamento estratégico	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Escopo do produto	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisar e atualizar o escopo	X	X	X	X	X	X			
Ciclo de vida	X	X	X	X	X	X			
Requisitos do cliente	X	X	X	X	X	X			
Requisitos do produto	X	X	X	X	X	X			
Especificações do produto	X	X	X	X	X	X			
Modelar funcionalmente	X	X	X	X	X	X			
Princípios de soluções	X	X	X	X	X	X			
Alternativas de soluções	X	X	X	X	X	X			
Definir arquitetura	X	X	X	X	X	X			
Análise de SSC's	X	X	X	X	X	X			
Parcerias e fornecedores	X	X	X	X	X	X		X	X
Seleção de concepção	X	X	X	X	X	X			
Viabilidade econômica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avaliar fase	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aprovar fase	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Documentação de decisões tomadas e lições aprendidas	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Autoria própria.

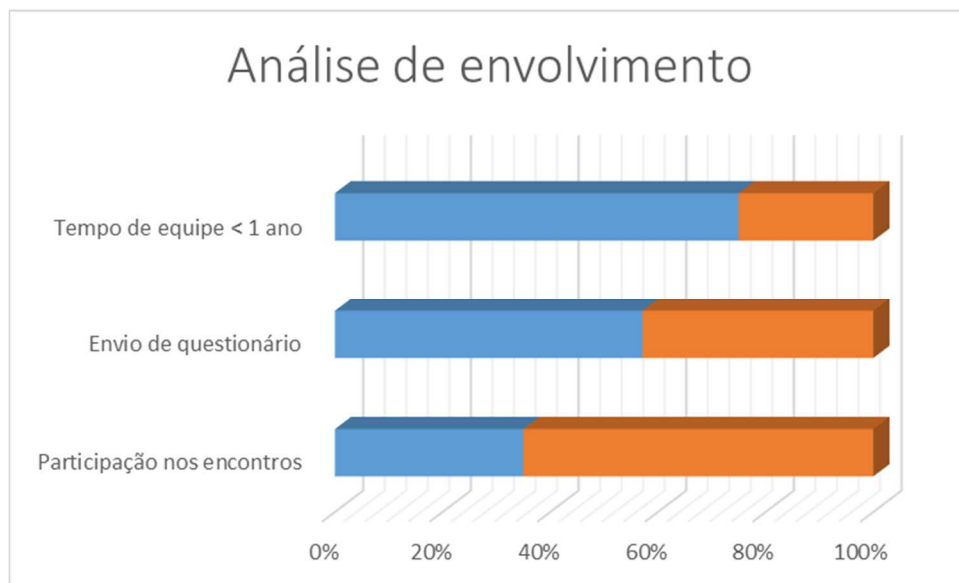
Os relatórios gerados pelas três células participantes da implementação da metodologia do PDP, conforme mostram os anexos A, B e C, possibilitam observar que houve uma absorção satisfatória, pelos integrantes da equipe, das informações fornecidas nos encontros.

Observa-se também que houve a necessidade da adaptação do modelo apresentado no referencial teórico, para que a elaboração das fases e atividades

enquadrassem na realidade das células, de forma a satisfazer suas individualidades e conceitos.

Dos 40 integrantes da equipe, 14 deles participaram dos encontros, desses que participaram apenas 8 enviaram o questionário preenchido, onde desses 6 são integrantes que possuem menos de 1 ano de equipe. Essas informações permitem que se faça uma análise da demonstração de interesse com a proposta de aplicação da metodologia do PDP, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Análise de envolvimento da equipe.



Percebe-se que 35% dos integrantes da equipe participaram dos encontros, onde desses 57% preencheram o questionário, apesar das cobranças realizadas. Assim, devido ao baixo nível do indicador, pressupõe que a equipe ainda apresenta uma certa imaturidade em não perceberem que necessitam de buscarem ferramentas da área de gestão para desenvolverem projetos e protótipos eficientes e competitivos, alcançando resultados melhores nas competições. Porém, nota-se que 75% dos integrantes que responderam o questionário possuem menos de 1 ano de equipe, demonstrando que a nova geração de integrantes apresenta interesse em buscar novas metodologias e ferramentas que beneficiem o desenvolvimento do projeto. Espera-se que esse tipo de comportamento demonstrado pelos integrantes com menos de um ano de equipe atinja os demais, o que facilitará o processo de aceitação e utilização de metodologias e ferramentas que ainda não fazem parte do cotidiano do grupo.

Os indicadores gerados pelas informações contidas nos questionários preenchidos pelos integrantes que participaram dos encontros, estão representados nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 - Indicador de contribuição da Matriz Organizacional.

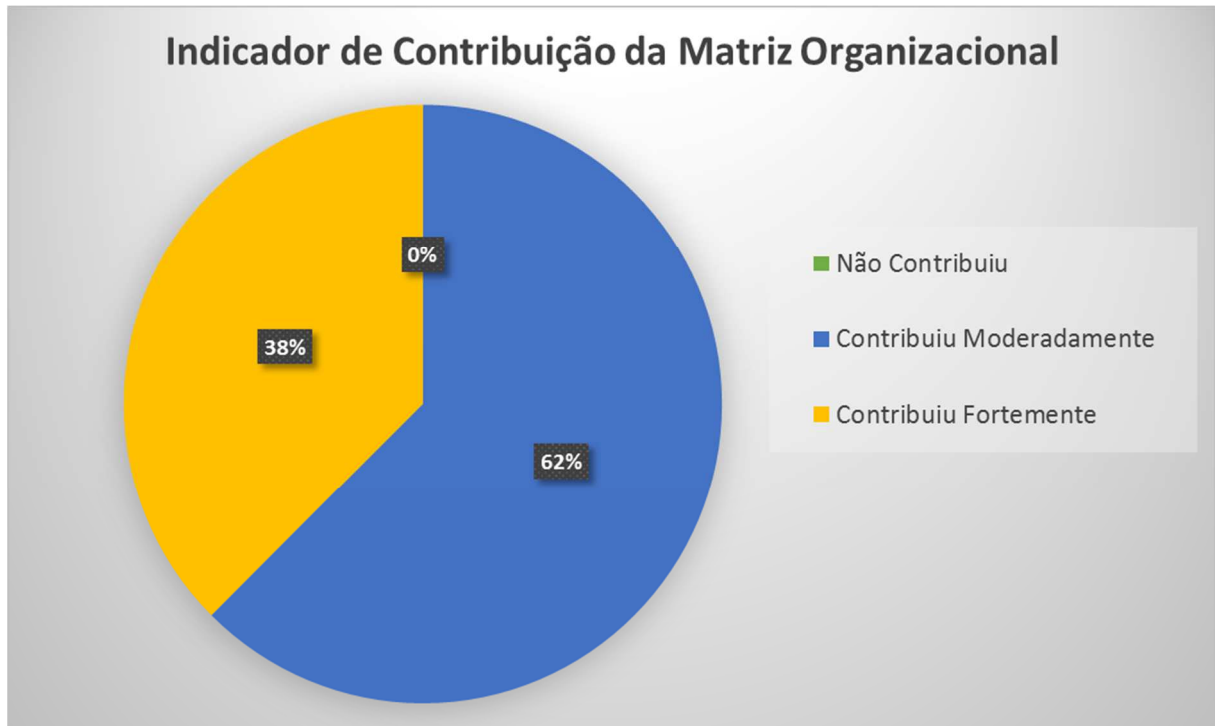
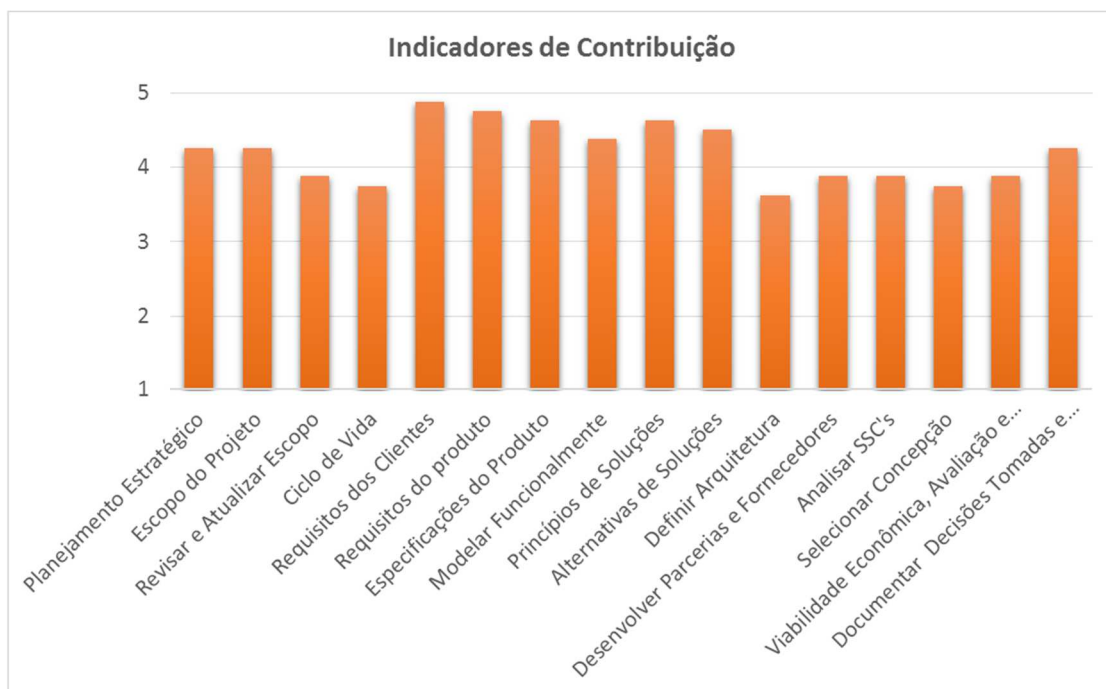


Gráfico 3 - Indicadores de contribuição.



O Gráfico 2, apresenta o nível de contribuição proporcionado pela matriz organizacional, onde percebe-se que quase 2/3 dos integrantes da equipe que enviaram o questionário respondido, viram que o modelo de matriz organizacional adotado contribuiu moderadamente, de modo a entender que não satisfaz por completo as propostas de sua funcionalidade. Entretanto, pelo fato de que a matriz organizacional foi estabelecida no começo da temporada de 2016 e que 75% dos integrantes que responderam o questionário possuem menos de 1 ano de equipe, o resultado desse indicador pode ter se dado devido à grande maioria dos que responderam o questionário não estiveram na equipe na temporada anterior, anteriormente à adoção do novo modelo da matriz organizacional. Assim não foi nitidamente perceptível as melhorias proporcionadas pelo novo modelo adotado.

O indicador do gráfico 3, correspondem as demais fases do modelo estruturado da proposta de aplicação do PDP na equipe, onde o valor “1” representa que a atividade é desnecessária e o valor “5” indica que a atividade é essencial. Assim, os indicadores apresentaram níveis de contribuições excelentes, mostrando-se todos acima da média, onde alguns deles se encontram próximos ao valor máximo. Destacando-se entre eles, as atividades relacionadas à identificação das necessidades do produto e relacionadas à elaboração das alternativas de como satisfazer as necessidades do produto.

5 CONCLUSÃO

A proposta satisfaz o objetivo geral e específicos propostos, onde sistematiza o processo de desenvolvimento do projeto BAJA, utilizando-se de métodos e ferramentas do PDP, contemplando os temas de arranjo organizacional, planejamento estratégico, escopo do produto, projeto informacional e o projeto conceitual.

Os indicadores apresentaram uma boa aceitação da proposta pelos integrantes que participaram dos encontros, entretanto precisa-se reavaliar a matriz organizacional desenvolvida, pois não satisfaz por completo as necessidades da equipe, assim, deve-se realizar um *brainstorming* para buscar medidas que proporcionem os efeitos desejados.

Para as demais fases e atividades, tem-se a possibilidade de elaborar uma estratégia de implementação da metodologia do PDP, onde ela pode ser aplicada a curto prazo, onde abordará toda a proposta, ou a longo prazo, de maneira que seja aplicada em etapas, conforme a prioridade, nível de contribuição das atividades e conforme o amadurecimento da equipe para a adoção de novas metodologias de desenvolvimento de projetos.

O trabalho desenvolvido possibilita uma posterior continuidade, tanto no aprofundamento das atividades desenvolvidas quanto na abordagem de outras fases e atividades que não foram trabalhadas, como o projeto detalhado, análise DFMEA, DFMA, e tantos outros métodos e ferramentas que contribuem diretamente com uma equipe do programa Baja SAE e também de outras modalidades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, LEANDRO. *et al.* **Aplicação do gerenciamento de projetos no processo de desenvolvimento de novos produtos** - um caso exploratório. **Revista Produto&Produção**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 153-166, jun. 2008. Disponível em <
https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjYsvumq__MAhWFiZAKHX6fAWMQFgg5MAE&url=http%3A%2F%2Fseer.ufrgs.br%2FProdutoProducao%2Farticle%2Fdownload%2F5017%2F2961&usg=AFQjCNGybBiNVaz4k1XWf2AjTibpAFp2Aw&bvm=bv.123325700,d.Y2I&cad=rja>. Acesso em: 20 mai. 2016.

ANDRADE, Gustavo J. B. *et al.* Análise da implementação da metodologia QFD nas fases do PDP em uma empresa do ramo automotivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Fóz do Iguaçú.

BALCÃO, Yolanda Ferreira. **Organograma: representação gráfica da estrutura**. Rev. adm. empres. [online]. 1965, vol.5, n.17, pp.107-125. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rae/v5n17/v5n17a03.pdf>> Acesso em: 27 ago. 2016.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CRISTINA, Andréia dos Santos. A importância das metodologias de projeto para a qualidade final do produto. **Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, 2002.

CUTOVOI, Iara T. M. *et al.* Aplicação do método PUGH para a sistematização do PDP na cadeia de suprimentos numa empresa do segmento automotivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 9., 2013, Rio de Janeiro.

FREITAS, FABRIZIO. *et al.* **Processo de desenvolvimento de produto**: aplicação em um projeto de P&D dentro do programa ANEEL. In: Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas, 24., 2014, Belém.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas**: Uma abordagem integrada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013

OLIVEIRA, Tiago G. *et al.* **Projeto Informacional**: Coletor de Sementes de Soja. Pato Branco, Arquivo Pessoal, 2015.

OLIVEIRA, Tiago G. *et al.* **Projeto Conceitual: Coletor de Sementes de Soja.** Pato Branco, Arquivo Pessoal, 2015.

OTTO, K; WOOD, K. **Product design** - techniques in reverse engineering and new product development. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 2001.

QFD - Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade), Arquivo Pessoal, 2012. 29 p.

RODRIGUES, Marcus V.. **Ações para Qualidade: Geiq.** 1. ed. [S.l.]:Qualitymark, 2004.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos** - uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006

SAE - BRASIL. Sociedade de Engenheiros da Mobilidade. Disponível em <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-regional-sae-brasil>>. Acesso em: 05 de Abril. 2016

TANJI, AMANDA *et al.* Resultados obtidos da aplicação do protocolo da revisão sistemática sobre o PDP em PME'S. In: SIMPÓSIO MARINGAENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UEM - VI SIMEPRO, 6, 2013, MARINGÁ.

TEIXEIRA, Guilherme A. *et al.* **Projeto Informacional e Conceitual: Plataforma Elevatória Para a Rampa de Acesso aos Blocos H-I-J da UTFPR Campus Pato Branco.** Pato Branco, Arquivo Pessoal, 2015.

VARANDAS JUNIOR, A. *et al.* **Gestão de ciclo de vida e desenvolvimento de produto: análise bibliométrica e classificação da literatura.** *Revista Production*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 510-528, jul./set. 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.071211>>. Acesso em: 20 de maio. 2016.

VARELA, Elis Rizzi. **Síntese do isopropóxido de alumínio a partir de folhas de alumínio comerciais.** 2014. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Bacharel em Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

VILLARI, Bruno Domciano. **Sistematização de problemas e propostas de melhorias da aplicação do FMEA no processo de desenvolvimento de produtos.** 2011. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Bacharel em Engenharia da Produção Mecânica. Universidade de São Paulo, São carlos, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo de escopo do produto



MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE ESCOPO DO PRODUTO

“NOME DA CÉLULA”

Pato Branco

XX / XX / XXXX



Célula: (NOME)
Temporada: XXXX

Líder: (NOME)

Integrantes da célula: (incluir novamente o líder de célula)

-
-
-

❖ OBJETIVO

➤ Objetivo Geral:

-

➤ Objetivo Específico:

-
-
-

❖ ESCOPO



O presente escopo do produto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fulano de tal
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão

APÊNDICE B – Modelo de projeto informacional



MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO INFORMACIONAL
“NOME DA CÉLULA”

Pato Branco
XX / XX / XXXX



Célula: (NOME)
Temporada: XXXX

Líder: (NOME)

Integrantes da célula: (incluir novamente o líder de célula)

-
-
-

❖ DESENVOLVIMENTO



O presente projeto informacional apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fulano de tal
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão

APÊNDICE C – Modelo de projeto conceitual



MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO CONCEITUAL
“NOME DA CÉLULA”

Pato Branco
XX / XX / XXXX



Célula: (NOME)
Temporada: XXXX

Líder: (NOME)

Integrantes da célula: (incluir novamente o líder de célula)

-
-
-

❖ **DESENVOLVIMENTO**



O presente projeto conceitual apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fulano de tal
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão

APÊNDICE D – Modelo de questionário



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Integrante:

Célula:

Questionário desenvolvido para avaliar o nível de contribuição que a ferramenta de Projeto de Desenvolvimento de Produtos (PDP) obteve, baseando-se no poder avaliativo dos integrantes da equipe que participaram do processo de implantação.

As questões a seguir, contemplam a macrofase do Pré-desenvolvimento.

- 1) O organograma ou a matriz organizacional desenvolvida contribuiu de forma a atender as necessidades da equipe e cumprir com as propostas estabelecidas?

<input type="checkbox"/> ()	Não contribuiu.
<input type="checkbox"/> ()	Contribuiu moderadamente
<input type="checkbox"/> ()	Contribuiu fortemente

- 2) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa do planejamento estratégico desenvolvida foi:

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

- 3) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa do desenvolvimento do escopo do produto foi:

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

As questões a seguir, contemplam a etapa do projeto informacional, dentro da macrofase de Desenvolvimento.

- 4) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de revisar e atualizar o escopo do produto foi:

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5



5) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de desenvolver o ciclo de vida do projeto foi:

1 2 3 4 5

6) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de determinar os requisitos do cliente foi:

1 2 3 4 5

7) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de determinar os requisitos do produto foi:

1 2 3 4 5

8) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de determinar as especificações do produto foi:

1 2 3 4 5

As questões a seguir, contemplam a etapa do projeto conceitual, dentro da macrofase de Desenvolvimento.

9) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de modelar funcionalmente o produto foi:

1 2 3 4 5

10) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de desenvolver os princípios de soluções foi:

1 2 3 4 5

11) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de desenvolver as alternativas de soluções foi:

1 2 3 4 5



12) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de definição de arquitetura foi:

1 2 3 4 5

13) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de desenvolver parcerias e fornecedores foi:

1 2 3 4 5

14) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de analisar SSC’s foi:

1 2 3 4 5

15) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de selecionar concepções foi:

1 2 3 4 5

As questões a seguir contemplam a forma de avaliação das etapas e da gestão do conhecimento.

16) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessários e “5” para essenciais, pode-se considerar que as etapas de monitoramento da viabilidade econômica, avaliação e aprovação de fase foram:

1 2 3 4 5

17) Se tratando em grau de importância, classificando “1” para desnecessário e “5” para essencial, pode-se considerar que a etapa de documentar as decisões tomadas e lições aprendidas foi:

1 2 3 4 5

ANEXOS

ANEXO A – Relatórios do escopo do produto



DESENVOLVIMENTO DE ESCOPO DE PROJETO
“ELETROELETRÔNICA”

Pato Branco
15/10/2016



Célula: Eletrônica
Temporada: 2016

Líder: Murilo Marques dos Santos

Integrantes da célula:

- Murilo Marques dos Santos
- Thiago Pacheco
- Pedro Lopes
- Mychel Sandri

• **OBJETIVO**

- **Objetivo Geral:**
 - Fazer instalação do sistema elétrico;
 - Aplicação de botoeiras de segurança;
 - Aplicação de sensor/interruptor de luz de freio;
 - Implementação do sistema de telemetria.
- **Objetivo Específico:**
 - Estudo das regras da competição;
 - Pesquisa do funcionamento e Instalação das botoeiras;
 - Pesquisa do funcionamento e instalação do sensor/interruptor de luz de freio;
 - Elaboração dos circuitos das placas de telemetria;
 - Programação do funcionamento das placas de telemetria;
 - Levantamento de dados para a célula de Powertrain;
 - Teste de funcionamento de todos os itens anteriores após instalados no veículo.



• ESCOPO

A célula de eletroeletrônica tem o objetivo fazer a instalação de botoeiras de segurança e de sensor/interruptor de luz de freio por meio de um sistema elétrico adequando o veículo as regras da SAE, além de atribuir ao veículo um sistema de telemetria e auxiliar demais equipes na aquisição de dados necessários para as mesmas.

Durante o desenvolvimento das atividades propostas deverão ser feitas os esboços das placas para telemetria, fazendo os desenhos, a análise elétrica para cada componente e a programação para o funcionamento, e a instalação elétrica, como fonte de tensão e fiação elétrica, assim como a instalação das botoeiras e o sensor de freio, e após finalizados fazer os testes de funcionamento de todos os equipamentos para comprovar a utilização.

Todos os equipamentos poderão ser adquiridos com boa facilidade, podendo serem comprados diretamente em lojas eletroeletrônicas em Pato Branco ou se vantajoso, pela internet.

Dentre os problemas e necessidades do projeto, estão: dependências de outras células para a instalação e os testes no carro; busca de recursos para compra de matérias necessários vindos ou por meio da equipe ou por patrocínio, e utilização dos sensores e equipamentos elétricos da universidade.

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Murilo Marques
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão



ESCOPO DE PROJETO
“CÉLULA DE DIREÇÃO”



Célula: Direção
Temporada: 2016

Líder: Fábio Aléx Roque

Integrantes da célula:

- Fábio Aléx Roque
- Matheus Moraes
- Andrei Vivian
- Fabricio Zimmermann
- Lenon Costa Dias
- Jovani Cossa

❖ OBJETIVO

➤ Objetivo Geral:

- Analisar e desenvolver novo sistema de direção / conjunto manga de eixo para veículo Baja.

➤ Objetivo Específico:

- Aplicar novas melhorias no sistema de direção, com a utilização de conjunto pinhão/cremalheira.
- Dimensionar e projetar uma manga de eixo feita em liga de alumínio 7075/ T651, para maior rendimento e leveza em relação a uma manga feita de aço.
- Utilizar recursos bibliográficos; (TCC's, trabalhos, apostilas e livros, busca de informações com professores do DAMEC); para obter informações de dimensionamento de sistemas em geral.
- Correção do King Pin, ângulo de Caster e Bump-steer.
- Simulação dos componentes a partir do sistema Ansis, para análise de falhas e melhor dimensionamento.
- Construir um sistema macio e preciso, para melhor ergonomia ao piloto.

❖ ESCOPO

Para desenvolver com êxito o projeto primeiramente devemos seguir a risca o cronograma de desenvolvimento. A dificuldade ficara por conta dos materiais que serão utilizados no desenvolvimento e na compra dos mesmos: alumínio para usinagem da manga de eixo, cubo, Uniballs, rodas e pneus. Os recursos



para o desenvolvimento do projeto serão baseados a partir da modelagem do projeto, podendo especificar os materiais a serem comprados ou adquiridos através de patrocínio. O estudo sobre as propriedades dos materiais a serem utilizados na manga e nos cubos terão que ser feitos com mais atenção para não ocorrer desperdício de materiais e por se trata de uma nova geometria da peça. Para que possamos realizar isso tudo, faremos uso do software PTC CREO e Solid Works, Ansis, usinagem dos materiais; torno convencional CNC e fresa de topo, uso do Laboratório de soldagem (Uso de eletrodo revestido, MIG/MAG e TIG). O desenvolvimento e fabricação de todas as peças poderão ser feitas nos laboratórios da universidade ou através de patrocínios provenientes de empresas. Com base nos processos pré-definidos, espera-se que seja cumprido o cronograma e desenvolvido todo o sistema de direção para o protótipo do baja.

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fábio Aléx Roque

Líder de célula de direção

Henrique Artuzo Sganzerla

Líder de célula de gestão de negócios

Tais Costa

Líder de célula de gestão de projetos

Daniel Comin

Capitão



DESENVOLVIMENTO DE ESCOPO DE PROJETO “DESIGN”

Pato Branco
15 / 10 / 2016



Célula: DESIGN
Temporada: 2016

Líder: ANDRÉ LUFT

Integrantes da célula:

- André Luft
- Alon Sgarbossa
- Fernando Begnini
- Gustavo Bastos

❖ OBJETIVO

➤ Objetivo Geral:

- Otimizar chassi da temporada 2015 para que esteja coerente às normas e resista aos esforços impostos nas competições vindouras. Melhorar ergonomia e conforto do protótipo. Viabilidade de redução de peso. Aumentar o espaço físico para componentes e realocar centro de massa para maior estabilidade. Melhorar manutenibilidade. Melhorar estética do veículo.

➤ Objetivo Específico:

- Desenvolver carenagem que isole o cockpit contra partículas externas;
- Mudar inclinação do assento do piloto;
- Melhorar estofamento do assento;
- Redimensionar posição do volante e pedais de freio e acelerador
- Redimensionar estrutura traseira do veículo
- Alterar material e processo de fabricação das carenagens laterais e superior.

❖ ESCOPO

O projeto seguirá de modo que não haja frestas, principalmente entre as carenagens e a estrutura, melhorando os métodos de fixação e também utilizando isolantes em partes móveis, como borrachas flexíveis. Quanto ao ângulo do assento, o suporte será alterado bem como a espessura da espuma de modo que implique uma melhor ergonomia. Trabalhar em conjunto com as células de freio e direção buscando atender normas técnicas de ergonomia. Para o redimensionamento traseiro, primeiramente deverá ser removido o já existente, e após a modelagem, montagem para verificação de posicionamento dos componentes e simulação da nova



estrutura, os tubos serão dobrados e soldados. Para desenvolvimento das novas carenagens serão utilizadas placas de polímero que serão modeladas a partir de processo de termoformagem, para isto o equipamento necessário será desenvolvido dentro do projeto.

Quanto aos recursos necessários, o projetos das carenagens utilizará patrocínio das placas de polímero através da empresa Usiplast. Os tubos estruturais para o desenvolvimento da nova traseira também será através de patrocínio com a empresa Petryaço. O restante dos objetivos virão de recursos próprios e/ou desenvolvidos na própria universidade.

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fulano de tal
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão

ANEXO B – Relatórios do projeto conceitual



PROJETO CONCEITUAL

“ELETROELETRÔNICA”

Pato Branco

29 /10 / 2016



Célula: Eletrônica	Líder: Murilo Marques dos Santos
Temporada: 2016	

Integrantes da célula:

- Murilo Marques dos Santos
- Thiago Pacheco
- Pedro Lopes
- Mychel Sandri

– Funções globais:

- Telemetria

Fornecer energia

Transmitir energia

Fazer mapeamento

Transmissão de dados

Recepção de dados

- Segurança:

Fornecer energia

Transmitir energia

Controlar transmissão de energia

Coletar comando

Acender luz freio

– Efeito Físico:

- Telemetria



EF1 – Fornecer energia: Entrada de energia para todo o sistema elétrico;

EF2 – Transmitir energia: Instalação de fiação para distribuir energia da fonte até os equipamentos;

EF3 – Fazer mapeamento: Aquisição de dados via GPS;

EF4 – Transmissão de dados: Envio de informações via rádio;

EF5 – Recepção de dados: Coleta e análise de dados.

• Segurança:

EF1 – Fornecer energia: Entrada de energia para todo o sistema elétrico;

EF2 – Transmitir energia: Instalação de fiação para distribuir energia da fonte até os equipamentos;

EF6 – Controlar transmissão de energia: Existência de uma botoeira devidamente sinalizada, responsável por esse controle;

EF7 – Coletar comando: Instalação do sensor de freio que ira captar o acionamento mecânico;

EF8 – Acender luz freio: Sinal luminoso de segurança.

– Portadores de Efeito:

EF1 – Fornecer energia:

PEF 1.1: Bateria (Lítio, 12 V).

EF2 – Transmitir energia:

PEF 2.1: Chicotes de PVC;

PEF 2.2: Chicotes de XPPE;

PEF 2.3: Chicotes de EPR.



EF3 – Fazer mapeamento:

PEF 3.1: GPS;

PEF 3.2: Sensores de velocidade;

EF4 – Transmissão de dados:

PEF 4.1: Radio;

PEF 4.2: Bluetooth.

EF5 – Recepção de dados:

PEF 5.1: Entrada de recepção para computador;

PEF 5.2: Programa decodificador para computador.

EF6 – Controlar transmissão de energia:

PEF 6.1: Botoeira.

EF7 – Coletar comando:

PEF 7.1: Sensor/Interruptor de luz de freio.

EF8 – Acender luz freio:

PEF 8.1: Luz de freio.

– Desenvolvimento de alternativas de solução para o produto

		1	2	3
1 Fornecer energia	PEF 1.1			
2 Transmitir energia	PEF 2.1	PEF 2.2	PEF 2.3	
3 Fazer mapeamento	PEF 3.1	PEF 3.2		
4 Transmissão de dados	PEF 4.1	PEF 4.2		
5 Recepção de dados	PEF 5.1	PEF 5.2		
6 Controlar transmissão de energia	PEF 6.1			
7 Coletar comando	PEF 7.1			
8 Acender luz freio	PEF 8.1			

1 2

Figura 3 – Matriz morfológica

A primeira combinação segue o princípio de redução de custeio, selecionando os portadores de efeito com o menor custo, visto que é necessária tem uma visão com baixo custo devido a situação financeira da equipe. A bateria foi selecionada por ser a única opção, o chicote de PVC foi selecionado devido o custo inferior aos chicotes XPLE e EPR, foi determinado uso do sensor de velocidade pela mesma característica, baixo custo, não excluindo a opção do uso do GPS, a opção de transmissão a rádio foi escolhida pela diversidade de dispositivos que se encontram no mercado tendo menos caro que o Bluetooth, o programa de decodificação é viável economicamente, já os demais foram eleitos por serem as únicas opções em cada função.

A segunda combinação tem foco na qualidade do produto. O chicote XPLE foi escolhido pelo melhor isolamento, mantendo a flexibilidade, o GPS fornece mais dados, o Bluetooth tem uma qualidade da informação transmitida melhor em relação a transmissão de dados, a entrada receptora de dados não necessita apenas da parte da programação mas também da parte física, o dispositivo para essa função, o restante dos componentes foram escolhidos por serem as únicas opções de suas funções.

Definição da arquitetura:

Primeira arquitetura:

S1: Sistema elétrico:



SS1: Instalação e fixação da bateria:

C1: Suporte para bateria;

C2: Bateria;

C3: Alça de fixação.

SS2: Instalação da transmissão elétrica:

C1: Chicote elétrico PVC;

C2: Braçadeira de fixação.

C3: Fita isolante.

SS3: Instalação de Botãoeira de Segurança:

C1: Botãoeira;

C2: Parafuso;

C3: Adesivos ilustrativos.

SS4: Instalação de luz de freio:

C1: Lâmpada incandescente;

C2: Interruptor de luz de freio;

C3: Parafusos;

C4: Lente/lanterna de luz de freio.

S2: Sistema de telemetria:]



SS1: Coleta de dados:

C1: Sensor de velocidade;

C2: Suporte no CVT;

C3: Parafusos.

SS2: Transmissão de dados:]

C1: Dispositivos de radio transmissor;

C2: Dispositivos de radio receptor para computador;

C3: Caixa de segurança;

C4: Suporte de fixação para caixa.

Segunda arquitetura:

S1: Sistema elétrico:

SS1: Instalação e fixação da bateria:

C1: Suporte para bateria;

C2: Bateria;

C3: Alça de fixação.

SS2: Instalação da transmissão elétrica:

C2: Braçadeira de fixação;

C3: Fita isolante.

C4: Chicote elétrico XPLE;



SS3: Instalação de Botoeira de Segurança:

C1: Botoeira;

C2: Parafuso;

C3: Adesivos ilustrativos.

SS4: Instalação de luz de freio:

C1: Lâmpada incandescente;

C2: Interruptor de luz de freio;

C3: Parafusos;

C4: Lente/lanterna de luz de freio.

S2: Sistema de telemetria:]

SS1: Coleta de dados:

C2: Caixa de segurança;

C3: Suporte de fixação para caixa;

C4: GPS.

SS2: Transmissão de dados:

C3: Caixa de segurança;

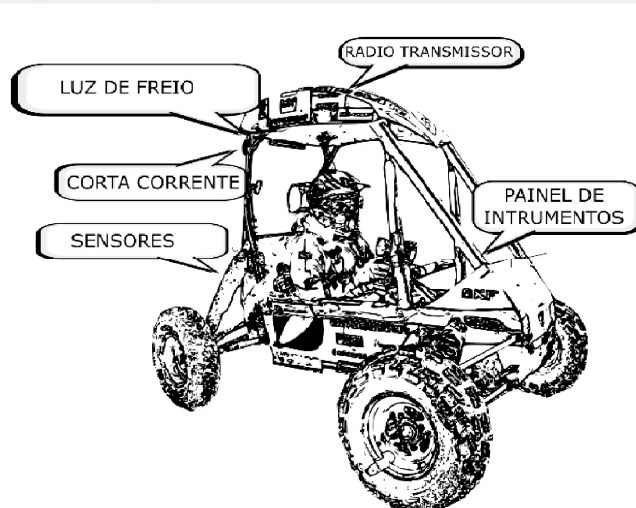
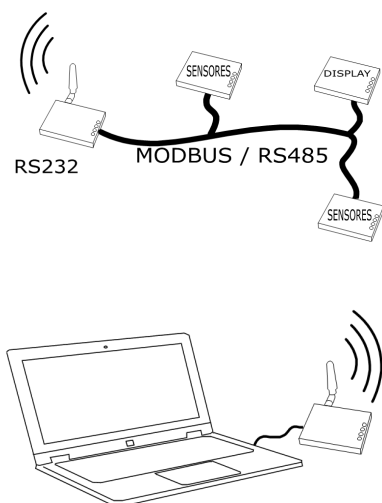
C4: Suporte de fixação para caixa.

C5: Dispositivos de Bluetooth transmissor;

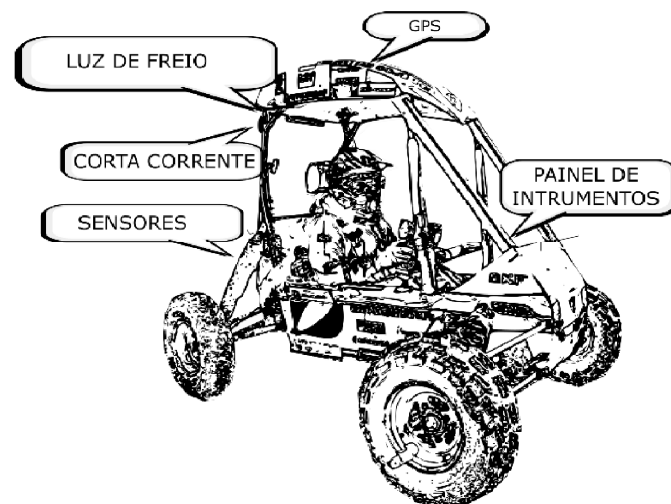
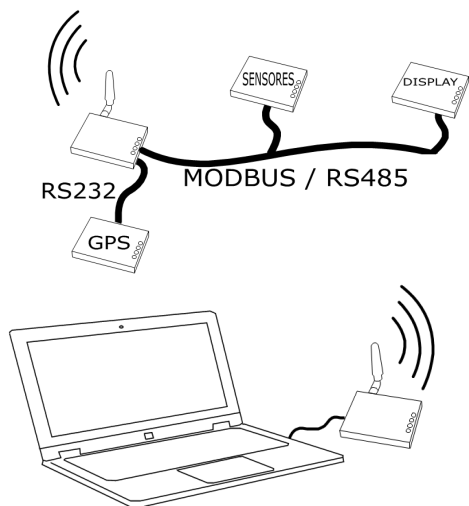
C6: Dispositivos de Bluetooth receptor para computador.

– Integração entre SSC's

Arquitetura 1:



Arquitetura 2:



– Parcerias e fornecedores:

ESTUDO DOS FORNECEDORES PARCEIROS							
ORDEM	ITEM	DESCRIÇÃO	FORNECEDOR	PREÇO	PAGAMENTO	ENTREGA	LOCALIZAÇÃO
S1, SS1, C2	Bateria	12V, 5Ah, GM	Canijo Auto-Elétrica	R\$ 4,50	À vista	1 mês	Pato Branco
S1, SS2, C1	Chicote Elétrico	751V, 1mm, PVC	Eleotrafo	R\$ 5,25	À vista	1 mês	Pato Branco
S1, SS2, C3	Fita isolante	Preta, 20M	Eleotrafo	R\$ 4,00	À vista	1 mês	Pato Branco
S1, SS2, C4	Chicote Elétrico	751V, 1mm, XPLE	Eleotrafo	R\$ 16,00	À vista	1 mês	Pato Branco
S1, SS3, C1	Botoeira	1NC+1NO	MICIM	R\$ 70,90	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S1, SS4, C1	Lâmpada incandescente	12V, 1,9W, Philips	Kabum	R\$ 60,00	Boleto	1 mês	Kabum
S1, SS4, C2	Interruptor de luz de freio	c/ Mola, CG Titan	Vini Moto-Peças	R\$ 5,00	À vista	1 mês	Pato Branco
S1, SS4, C4	Lente/lanterna de luz de freio	Redondas	MercadoLivre	R\$ 60,00	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S2, SS1, C1	Sensor de velocidade	Efeito Hall (3144e)	MercadoLivre	R\$ 31,00	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S2, SS1, C4	GPS	GY-GPS6MV2	MercadoLivre	R\$ 93,80	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S2, SS2, C1	Radio transmissor	NRF24I01+	MercadoLivre	R\$ 25,00	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S2, SS2, C2	Radio receptor para computador	RS232/RS485	MercadoLivre	R\$ 130,00	Boleto	1 mês	MercadoLivre
S2, SS2, C5/C6	Bluetooth transmissor/receptor	RF 433mhz	MercadoLivre	R\$ 120,00	Boleto	1 mês	MercadoLivre



– Valoração das concepções

REQUISITOS DOS CLIENTES		Pesos	Concepção 1	Concepção 2
Critérios	Ter equipamentos de qualidade	4	0	1
	Ter sinalização adequada	4	0	0
	Possuir manutenção barata	1	0	-1
	Ser atrativo esteticamente	1	0	0
	Praticidade de instalação	1	0	0
	Transmissão e recepção e análise de dados.	5	0	1
Peso Total			0	8

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Murilo Marques

Líder de célula

Fulano de tal

Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal

Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal

Capitão



Projeto Conceitual
“CÉLULA DE DIREÇÃO”



Célula: Direção
Temporada: 2016

Líder: Fábio Aléx Roque

Integrantes da célula:

- Fábio Aléx Roque
- Matheus Moraes
- Andrei Vivian
- Fabricio Zimmermann
- Lenon Costa Dias
- Jovani Cossa

Modelagem Funcional

- Função global (Mudar a direção do veículo)
 1. Transmitir o comando do piloto para o sistema de direção
 2. O sistema em geral deve ser confortável ao piloto
 3. Possibilitar uma resposta rápida
 4. Transmitir o movimento físico do piloto para um movimento de giro de um eixo

Princípios de soluções

Portadores de efeito

F1 – Transmitir o comando do piloto para o sistema de direção

PEF1.1– Volante

PEF1.2– Guidão

PEF1.3– Alavanca

PEF1.4– Botões

F2 – O sistema em geral deve ser confortável ao piloto

PEF2.1 – Sistema hidráulico

PEF2.2 – Sistema elétrico

PEF2.3 – Sistema mecânico

F3 –Fazer ligação flexível entre dois componentes

PEF3.1 – Pivô

PEF3.2 – Uniball

F4 – Sincronizar o movimento entre duas rodas

PEF4.1 – Manga de eixo

F5 – Convecção do movimento circular em axial

PEF5.1 – Pinhão/Cremalheira

PEF5.2 – Duas engrenagens

PEF5.3 – Hidráulico

1	Transmitir o comando do piloto para o sistema de direção	Volante	Guidão	Alavanca	Botões	
2	O sistema geral deve ser confortável ao piloto	Sistema hidráulico		Sistema elétrico		Sistema mecânico
3	Fazer ligação flexível entre dois componentes	Pivô	Uniball			
4	Sincronizar o movimento entre as duas rodas	Manga de eixo				
5	Convecção do movimento circular em axial	Pinhão/Cremalheira		Duas engrenagens	Hidráulica	
		2		1		

Alternativa de soluções

- * Sistemas 1 e 2.

Definição de arquitetura

Sistema 01 – Mais econômico

S1 – Acionamento

Volante

Parafuso de fixação do volante

Cubo do volante

S2 – Transmissão do movimento longitudinal

Barra de direção primária

Cruzeta

Barra de direção secundária

S3 – Conversão do movimento circular em axial

Caixa de direção

Pinhão

Cremalheira

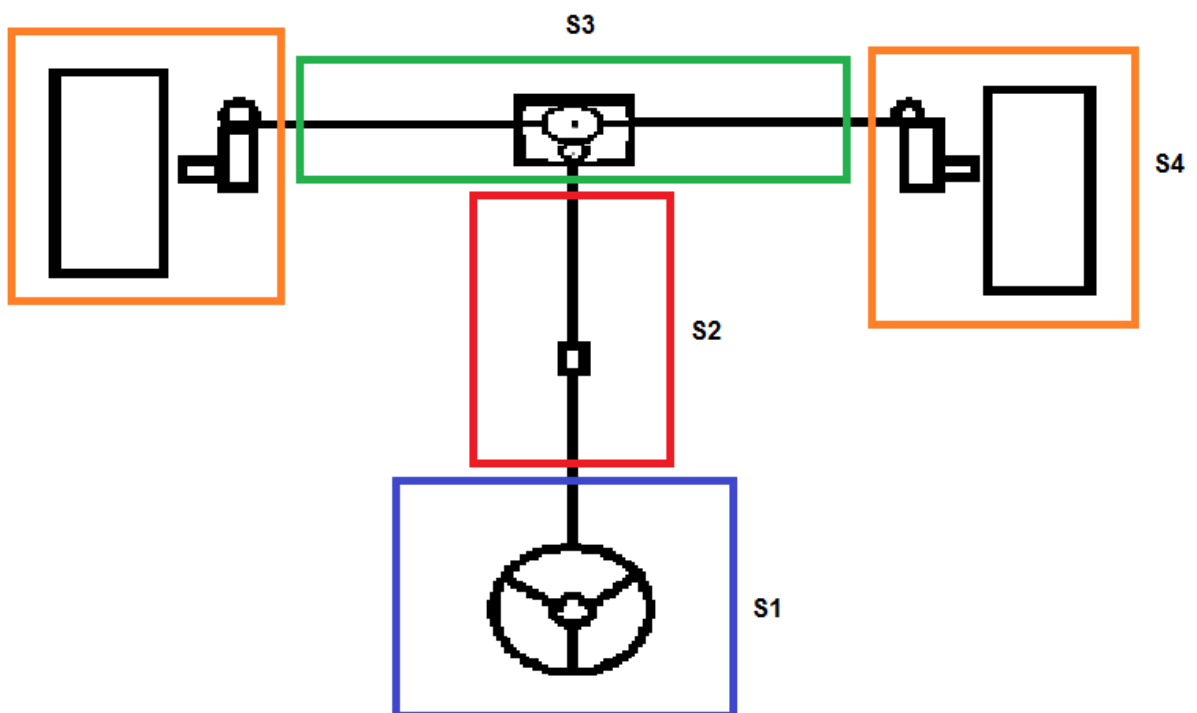
S4 – Transmissão de movimento e controle de roda

Barra axial

Pivô

Manga de eixo

Cubo de roda



Roda dianteira

- Sistema 02 – Mais eficiente



S1 – Acionamento

Volante

Parafuso de fixação do volante

Cubo do volante

S2 – Transmissão do movimento longitudinal

Barra de direção primária

Cruzeta

Barra de direção secundária

S3 – Conversão do movimento circular em axial

Caixa de direção

Pinhão

Cremalheira

Motor elétrico

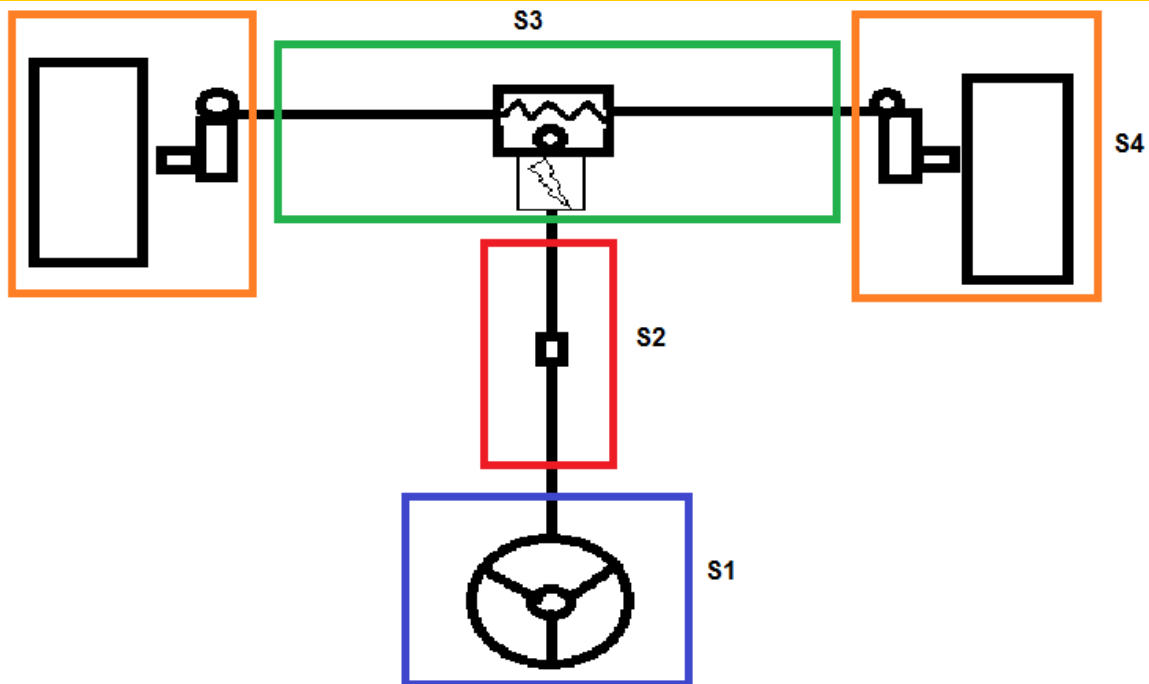
S4 – Transmissão de movimento e controle de roda

Barra axial

Uniball

Manga de eixo

Cubo de roda



Roda dianteira

Análise de SSC's

Aspectos críticos do produto: Não ajustar corretamente ao King-Pin, ângulo de Caster e Bump-steer adequados. Não fazer esse ajuste na hora da fabricação e montagem.

Limitações: Do sistema de direção mecânico, considera-se uma limitação ao fato de ter uma eficiência inferior ao sistema elétrico. No sistema de direção elétrica fica limitado ao custo e sua complexidade de componentes e manutenção.

Características negativas:

- Sistema mecânico: Uso de maior força para o direcionamento das rodas e menor precisão.
- Sistema elétrico: Uso de potência extra do veículo para o seu funcionamento, necessita de maior espaço no interior do veículo e alto custo.

Risco Envolvidos:

- Sistema mecânico: Quebrar algum componente mecânico.
- Sistema elétrico: Travamento do motor elétrico possibilitando uma perda de controle.



Parceria e Fornecedores

ORDEM	ITEM	DESCRIÇÃO	FORNECEDOR	PREÇO	CONDIÇÕES DE PAGAMENTOS	PRAZO DE ENTREGA	LOCALIZAÇÃO (Cidade)
S1,SS1,C1	Volante	Volante de Kart	MercadoLivre	R\$100,00	A vista/Patrocínio	15 dias	Belo Horizonte /MG
S1,SS2,C2	Parafusos de fixação do volante	Alien 8mm	Pato Fusol/Americano /Cipabra	R\$0,50	A vista/Patrocínio	Comprar na hora	Pato Branco / PR
S1,SS3,C3	Cubo do Volante	Acoplamento (Aço 1020)	Fabricação própria	R\$50,00	A vista/Patrocínio	Comprar na hora	Pato Branco / PR
S2,SS1,C1	Coluna de direção primária	Barra de aço, redonda e de meia polegada	MercadoLíder	R\$285,00	A vista/Patrocínio	17 dias	São Paulo /SP
S2,SS2,C2	Cruzeta	Junta universal de aço	MercadoLivre	R\$65,00	A vista/Patrocínio	15 dias	São Paulo /SP
S2,SS3,C3	Coluna de direção secundária	Barra de aço, redonda e de meia polegada	MercadoLíder	R\$285,00	A vista/Patrocínio	17 dias	São Paulo /SP
S3,SS1,C1	Caixa de direção	Caixa de alumínio fundido/cremlaheira e pinhão	MercadoLivre	R\$181,33	A vista/Patrocínio	15 dias	Santo André /SP
S4,SS1,C1	Barra Axial	Barra de direção esquadra Fusca (94)	Rozimbo	R\$31,90	A vista/Patrocínio	Comprar na hora	Pato Branco / PR
S4,SS2,C2	Pivô	Kit pivô direção fusca (4 peças)	Rozimbo	R\$75,50	A vista/Patrocínio	Comprar na hora	Pato Branco / PR
S4,SS3,C3	Manga de eixo	Bloco de alumínio (7075)	Fabricação própria	R\$3.000,00	A vista/Patrocínio	15 dias	Pato Branco / PR
S4,SS4,C4	Cubo de roda	Peça de ferro fundido (55006)	Fersul	R\$90,50	A vista/Patrocínio	1 dia	Pato Branco / PR
S4,SS5,C5	Roda dianteira	Roda de alumínio 10 Polegadas - Douglás	Importadol/Ebay	R\$2.000,00	A vista/Patrocínio	1 semana	EUA

Concepção

	PESO	Concepção 1 (Referência)	Concepção 2
Segurança do sistema	5	0	0
Dirigibilidade	4	0	1
Fácil manutenção	1	0	-1
Conforto do sistema	2	0	1
	PESO TOTAL	0	5

Avaliação de fase

Com base na etapa conceitual pode-se concluir que foram desenvolvidos duas concepções de sistema com base nas funções definidas anteriormente. Esses sistemas contribuíram para a criação de um tabela de preços e fornecedores auxiliando na escolha do mais viável economicamente e que atende aos requisitos exigidos no sistema de direção. E ao final da análise desses dados é feita uma concepção do grau de importância em cada item definido com essencial.



O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fábio Aléx Roque

Líder de célula de direção

Henrique Artuzo Sganzerla

Líder de célula de gestão de negócios

Tais Costa

Líder de célula de gestão de projetos

Daniel Comin

Capitão



PROJETO CONCEITUAL
“DESIGN”



Célula: DESIGN
Temporada: 2016

Líder: ANDRÉ LUFT

Integrantes da célula:

- André Luft
- Alon Sgarbossa
- Fernando Begnini
- Gustavo Bastos

Funções do produto

- [F1] Posicionar o Piloto;
- [F2] Posicionar Cinto De Segurança;
- [F3] Ter Estética Inovadora;
- [F4] Ser Compatível Com Os Subsistemas;
- [F5] Ser Resistente e Rígido;
- [F6] Ser Confortável.

Efeitos Físicos

- [EF1] POSICIONAR O PILOTO: Função de proteger o piloto e mantê-lo confortável.
- [EF2] POSICIONAR CINTO DE SEGURANÇA: Função de definir a altura do cinto e evitar a projeção do piloto para fora do veículo.
- [EF3] TER ESTÉTICA INOVADORA: Função de ser um veículo apresentável e bonito.
- [EF4] SER COMPATÍVEL COM OS SUBSISTEMAS: Função de ter fácil montagem e dimensionamento coerente aos subsistemas através da modularidade.
- [EF5] SER RESISTENTE E RÍGIDO: Função de proteger o piloto e os subsistemas e evitar a fratura.
- [EF6] SER CONFORTÁVEL: Função de evitar a fadiga do piloto conforme a NR 17.



Portadores de Efeitos Físicos

[EF1] POSICIONAR O PILOTO;

- PEF 1.1: Tubo Proteção Lateral.

[EF2] POSICIONAR CINTO DE SEGURANÇA;

- PEF 2.1: Cinto de Segurança de 5 pontas.

[EF3] TER ESTÉTICA INOVADORA;

- PEF 3.1: Carenagem Polimérica;
- PEF 3.2: Carenagem Metálica.

[EF4] SER COMPATÍVEL COM OS SUBSISTEMAS;

- PEF 4.1: Suportes de fixação universal soldado;
- PEF4.2: Suportes de fixação universal parafusado.

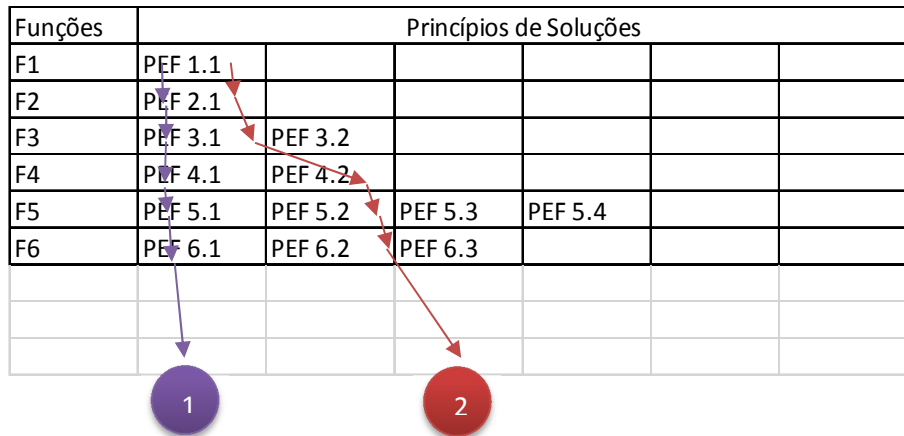
[EF5] SER RESISTENTE E RÍGIDO;

- PEF 5.1: Tubo Aço SAE 1020, 1" com espessura de 3,05 mm;
- PEF 5.2: Tubo Aço SAE 1020, 1 ¼" com espessura de 1,57 mm;
- PEF 5.3: Tubo Aço SAE 1045, 1" com espessura de 3,05 mm;
- PEF 5.4: Tubo Aço SAE 1045, 1 ¼" com espessura de 1,57 mm.

[EF6] SER CONFORTÁVEL.

- PEF 6.1: Banco Estofado com espuma de 20 mm;
- PEF 6.2: Banco Automobilístico;
- PEF 6.3: Banco para Caminhão.

Desenvolvimento de alternativas de solução para o produto



Na Primeira Alternativa, pode-se afirmar ser o modo mais econômico de solucionar os projetos da célula. O Tubo de proteção Lateral e o Cinto de 5 pontas são soluções engastadas, porém também são opções econômicas. A Carenagem polimérica, por se tratar de um material mais flexível, garante maior segurança e baixo custo para o seu desenvolvimento. Por motivos de economia, os suportes universais soldados são uma ótima opção, juntamente com o tubo SAE 1020 com 1 polegada e 3,05 mm de espessura e o banco de espuma 20 mm, porém podem gerar algum desconforto.

Na Segunda Alternativa, garante a melhor opção para quem visa o desempenho, pois traz suportes de fixação parafusados, um tubo com espessura menor, garantindo a leveza do carro, e um banco Automobilístico que garante mais conforto e mais segurança ao piloto.

Definição de Arquitetura

Primeira Arquitetura

S1 – Estrutura:

SS1 – Tubos:

C1 – Tubo Aço SAE 1020, de 1” com espessura de 3,05 mm;

SS2 – Carenagem:

C1 – Placa de PEAD de 3mm de espessura;

SS3 – Fixação:

C1 – Soldado;

S2 – Cockpit:

SS1 – Segurança:

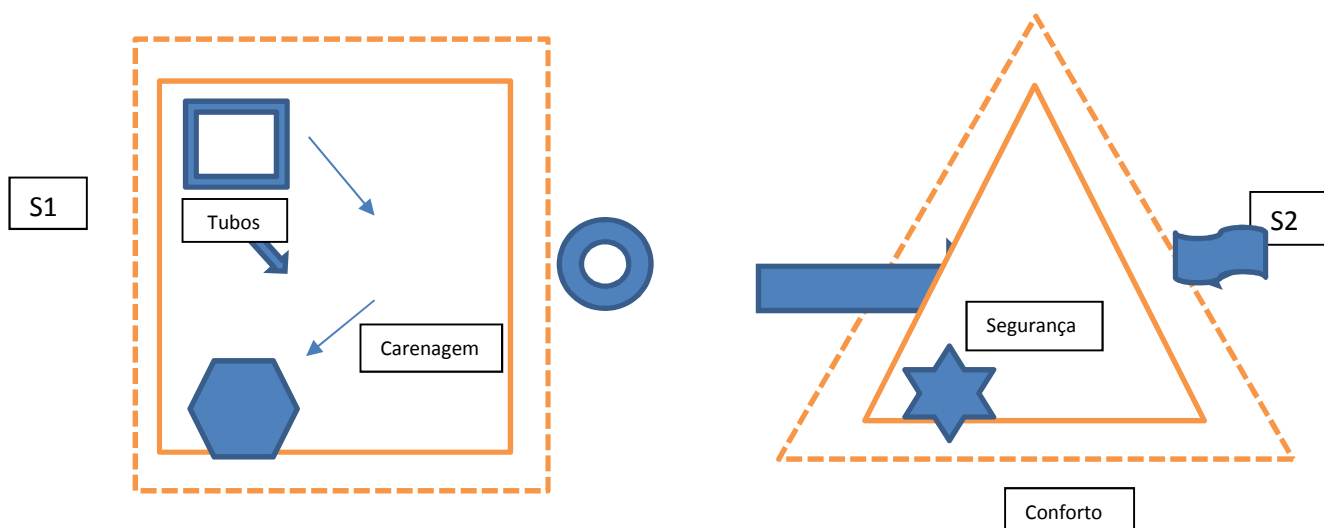
C1 – Cinto de segurança de 5 pontas;

C2 – Capa Estofada de proteção tubular;

C3 – Fixação cinto;

SS2 – Conforto:

C1 – Banco de Espuma 20mm;



Segunda Arquitetura

S1 – Estrutura:

SS1 – Tubos:

C1 – Tubo Aço SAE 1020, de 1 ¼ ” com espessura de 1,57 mm;

SS2 – Carenagem:

C1 – Placa de PEAD de 3mm de espessura;

SS3 – Fixação:

C1 –Parafusado;

S2 – Cockpit:

SS1 – Segurança:

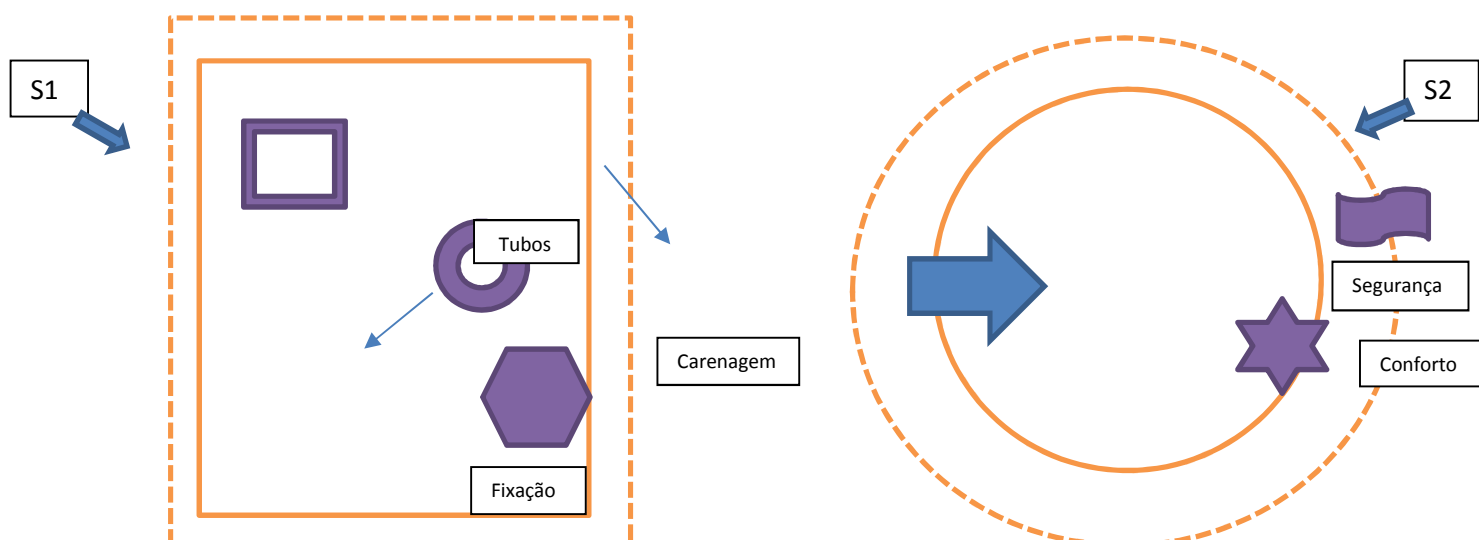
C1 – Cinto de segurança de 5 pontas;

C2 – Capa Estofada de proteção tubular;

C3 – Fixação cinto;

SS2 – Conforto:

C1 – Banco Automobilístico;





ESTUDOS DE FORNECEDORES E PARCEIROS							
ORDEM	ITEM	DESCRIÇÃO	FORNECEDOR	PREÇO	CONDIÇÕES DE PAGAMEN	PRAZO DE ENTREG	LOCALIZAÇÃO
S1,SS1,C1	Tubo Aço SAE 1020/1"/3,05 mm	Tubo Estrutural para desenvolvimento do	Petryaço	R\$ 200,00	Patrocínio	60 dias	Pato Branco - PR
S1,SS2,C1	Placa PEAD 3 mm	Placa para Termoformagem da carenagem	Polysite	R\$ 250,00	Patrocínio	30 dias	São Paulo - SP
S1,SS3,C1	Chapa de Fixação	Chapa para fixação de componentes	UTFPR	R\$ 100,00	Patrocínio	1 dia	Pato Branco - PR
S2,SS1,C1	Cinto de Segurança 5 pontas	Cinto para proteção do piloto	Mercado Livre	R\$ 700,00	À Vista	20 dias	Maringá - PR
S2,SS1,C2	Capa Estofada da proteção tub	Proteção Tubular para piloto	New Car	R\$ 150,00	À Vista	5 dias	Pato Branco - PR
S2,SS1,C3	Chapa de Fixação Cinto	Fixação Parafusado do Cinto de Segurança	UTFPR	R\$ 18,00	À Vista	1 dia	Pato Branco - PR
S2,SS2,C1	Banco Automobilístico	Banco para Acomodação do Piloto	New Car	R\$ 750,00	À Vista	5 dias	Pato Branco - PR
				Total	R\$ 2.168,00		

Estudo de Fornecedores e Parceiros



Concepção do Produto

	Concepções		
	Peso	Concepção 1 (Referência)	Concepção 2
Suportar colisões	4	0	-1
Ter boa Visibilidade	2	0	0
Manter um bom posicionamento do piloto	1	0	1
Ter fácil e rápida acessibilidade	1	0	0
Ser Bonito	1	0	1
Possuir fácil manutenção	2	0	1
Ser confortável	5	0	1
	Peso Total	0	5
Dimensões do tubo	0,0823	0	0
Tipo de Pintura	0,0268	0	0
Posição do centro de gravidade	0,1055	0	1
Cor do Veículo	0,0268	0	0
Material dos tubos	0,0769	0	1
Posição dos pedais	0,0841	0	1
Espessura Carenagem	0,0429	0	-1
Posição do volante	0,0930	0	1
Tipo de solda	0,0769	0	0
Quantidade de pontos de solda	0,0322	0	0
Componentes mecânicos simples	0,0429	0	1
Posição do banco	0,1592	0	1
Espessura do estofamento	0,1127	0	1
Material Carenagem	0,0376	0	0



O presente projeto conceitual apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Nome

Líder de célula

Nome

Líder da célula de Gestão de Projetos

Nome

Líder de célula de Gestão de Negócios

Nome

Capitão

ANEXO C – Relatórios do projeto informacional



PROJETO INFORMACIONAL

“ELETROELETRÔNICA”

Pato Branco



22 / 10 / 2016

Célula: ELETROELETRÔNICA

Líder: Murilo Marques dos Santos

Temporada: 2016

Integrantes da célula:

- Murilo Marques dos Santos
- Thiago Pacheco
- Pedro Lopes
- Mychel Sandri

Ciclo de Vida:

A célula de eletroeletrônica tem um ciclo de projeto de duas temporadas, tendo início com o planejamento estratégico e definição do projeto e a divisão dos processos para cada membro. Após desenvolver o projeto deverão ser obtidos componentes para realizar os processos fazendo a instalação e os testes, após a competição será analisado os estados dos equipamentos e componentes para saber se deverão ser descartados ou reutilizados.

Fluxograma:

1. Planejamento estratégico
2. Planejamento do Projeto
3. Projeto
4. Planejamento dos Processos
5. Obtenção
6. Instalação
7. Testes
8. Uso
9. Análise dos equipamentos

10. Retirada

11. Reuso e Substituição

– Coleta de dados e necessidade:

- Segurança;
- Estética;
- Fácil manutenção;
- Produção seriada.

– Requisitos do cliente:

A Ter equipamentos de qualidade.

B Ter sinalização adequada.

C Possuir manutenção barata.

D Ser atrativo esteticamente.

E Praticidade de instalação.

F Transmissão e recepção e análise de dados.

REQUISITOS DOS CLIENTES	A	B	C	D	E	F	Σ	%
A Ter equipamentos de qualidade	0	3A	5A	5A	5F	13		27,7%
B Ter sinalização adequada		3B	5B	5B	1F	13		27,7%
C Possuir manutenção barata			0	1C	5F	1		2,1%
D Ser atrativo esteticamente				1D	3F	1		2,1%
E Praticidade de instalação					3F	0		0,0%
F Transmissão e recepção e análise de dados.							19	40,4%
							TOTAL	47 100,00%

Tabela 1 - Diagrama de Mudge – Requisitos dos Clientes

Requisitos do produto:

- Luz de freio. (Funcionando mesmo com o veículo desligado).
- Botões ilustrativos. (Botões de segurança).
- Cabo automotivo. (Transmissão elétrica de dados e esteticamente adequada).
- Caixa de proteção da telemetria. (Envolve todos dos componentes da telemetria).
- Compactação dos equipamentos eletrônicos. (Ocupar pouco espaço físico, bateria)
- Fácil manutenção. (Equipamento simples de troca rápida).

	Peso	- Luz de freio.	- Botões ilustrativos.	- Cabo automotivo.	- Caixa de proteção da telemetria.	- Compactação dos equipamentos eletrônicos.	- Fácil manutenção.
A - Ter equipamentos de qualidade.	4	12	4	12	36	0	12
B - Ter sinalização adequada.	4	36	36	12	0	0	1
C - Possuir manutenção barata.	1	1	1	9	9	1	9
D - Ser atrativo esteticamente.	1	9	9	9	9	9	0
E - Praticidade de instalação.	1	9	9	9	9	9	9
F - Transmissão e recepção e análise de dados.	5	45	45	45	45	5	15



Valores do Objeto	12 V - 2,0 W	Min.: 22 mm de diâmetro	Min.: 1 mm de bitola	Máx.: 40x30x10 cm ³	Bateria 12 V	Baixo custo	
Absoluta	100	92	96	102	18	46	454
Relativa	22,03%	20,26%	21,15%	22,47%	3,96%	10,13%	100,00%

– Especificação de meta do produto:

- Luz de freio:

Vermelha, funciona independente do motor, interruptor a adicionado ao pedal, 12 V de tensão, 2,0 W de potência.

- Botões ilustrativos:

Adesivos para identificação, vermelha, com trava, 22 mm de diâmetro, 40 mm de cogumelo.

- Cabo automotivo:

1 mm de bitola, tolerância de 750 V de tensão, ser flexível, ter isolamento adequado.

- Caixa de proteção da telemetria:

Transmissão de informações a distância, GPS, sensores de velocidade, 2 placas de 40x30 cm² máximo, caixa de proteção 40x30x10 cm³ máximo.

- Compactação dos equipamentos eletrônicos:

Bateria 12 V de tensão e 5 A de corrente, espaguete de proteção da fiação elétrica.



- Fácil manutenção:

Equipamentos automotivos de fácil disponibilidade no mercado, produtos com preço baixo.

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Murilo Marques

Líder de célula

Nome

Líder da célula de Gestão de Projetos

Nome

Líder de célula de Gestão de Negócios

Nome

Capitão



Projeto Informativo
“CÉLULA DE DIREÇÃO”

Pato Branco
22 / 10 / 2016



Célula: Direção
Temporada: 2016

Líder: Fábio Aléx Roque

Integrantes da célula:

- Fábio Aléx Roque
- Matheus Moraes
- Andrei Vivian
- Fabricio Zimmermann
- Lenon Costa Dias
- Jovani Cossa

Ciclo de vida - Direção

O projeto de direção tem duração de uma temporada, porém existem itens que são utilizados somente em uma temporada e outros que podem ser reutilizados conforme suas condições físicas.

- Projeto global

- Volante (**Reutilizável**)
- Suporte do volante
- Coluna de direção
- Caixa de direção
- Suporte da caixa
- Barras axiais
- Terminais rotulares/ Pivô (**Reutilizável**)
- Manga de eixo
- Eixo
- Cubo de roda
- Rodas e pneus (Reutilizável)
- Parafusos, porcas e arruelas para fixação (**Reutilizável**)

- **Requisitos do cliente - Direção**

Pensando em garantir um projeto de forma a agradar os clientes são elencados tópicos de acordo com o que o cliente espera.



- A – Segurança do sistema
- B – Dirigibilidade
- C – Fácil manutenção
- D – Conforto do sistema

Requisito do produto

A – Pneus com boa aderência

- Tamanho dos cravos (5 – 15 mm)
- Tipificação de carcaça (Diagonal)

B – Materiais de qualidade

- Metais com módulo de elasticidade acima de 200MPa

C – Boa estabilidade

- Sistema de amortecimento ($100 \leq \text{curso} \leq 150$ mm)

D – Fácil acesso

- Tempo de saída do piloto (≤ 3 s)

E – Direção leve

- Atender a norma NR-17

F – Raio de giração reduzido

- Raio de giração do veículo ≤ 3.5 m

G – Ferramentas padronizadas

- Atender ao sistema métrico

H – Aspectos ergonômicos para o piloto

- Atender a norma NR-17

REQUISITOS DO CLIENTE \ REQUISITOS DO PRODUTO		Importância								TOTAL
		Pneus com boa aderência	Materiais de qualidade	Boa estabilidade	Fácil acesso	Direção leve	Raio de giração reduzido	Ferramentas padronizadas	Aspectos ergonômicos para o piloto	
1	Segurança do sistema	6	45	45	15	5	0	0	0	0
2	Dirigibilidade	4	12	0	4	0	4	4	0	36
3	Fácil manutenção	1	0	1	0	1	0	0	9	0
4	Conforto do sistema	2	2	0	6	6	18	6	0	18

Avaliação de fase

Levando em consideração o modelo do escopo definido antes do desenvolvimento da fase informacional, pode-se considerar que foram mantidos os mesmos objetivos com o acréscimo da avaliação dos requisitos de maior importância em diferentes categorias, como cliente e produto. Ao final, foi desenvolvido tabela de preços que refere-se a viabilidade econômica dos componentes da célula de direção.

Valores Objetivo									
Tamanho dos cravos (5 – 15 mm) Tipificação de carcaça (Diagonal) Metais com módulo de elasticidade acima de 200MPa									
Sistema de amortecimento (100 <= curso <= 150 mm)									
Tempo de saída do piloto (<= 3s)									
Atender a norma NR-17									
Raio de giração do veículo <= 3,5 m									
Atender ao sistema métrico									
Atender a norma NR-17									
Absoluto	59	46	25	12	22	10	9	54	237
Relativo	24,89%	19,41%	10,55%	5,06%	9,28%	4,22%	3,80%	22,78%	100,00%



Valores do Objeto

	B	C	D	TOTAL	%	PESO
A	3A	5A	5A	13	54,17%	5
	B	5B	3B	8	33,30%	4
		C	3D	0	0%	1

Importância técnica

Requisitos do cliente - Direção

A – Segurança do sistema

B – Dirigibilidade

C – Fácil manutenção

D – Conforto do sistema

Grau de importância

0 - 10.8 = 1

10.8 - 21.6 = 2

21.6 - 32.4 = 3

32.4 - 43.2 = 4

43.2 - 54.2 = 5

O presente escopo de projeto apresentado foi:

APROVADO

REPROVADO

Fábio Aléx Roque

Líder de célula de direção

Henrique Artuzo Sganzerla

Líder de célula de gestão de negócios

Tais Costa

Líder de célula de gestão de projetos

Daniel Comin

Capitão

PROJETO INFORMACIONAL
“DESIGN”

Pato Branco
22 / 10 / 2016

Célula: DESIGN
Temporada: 2016

Líder: ANDRÉ LUFT

Integrantes da célula:

- André Luft
- Alon Sgarbossa
- Fernando Begnini
- Gustavo Bastos

Ciclo de vida do produto

O ciclo de vida definido para o projeto de design se limita em até duas temporadas, possibilitando otimizações pontuais durante este ciclo, entretanto alguns componentes tenham um ciclo de vida maior pois podem ser reutilizados.

Necessidades do cliente

- Seguro;
- Ergonômico;
- Visualmente agradável;
- Fácil Manutenção;
- Resistente.

Requisitos do Cliente

- A- Suportar colisões;
- B- Ter boa Visibilidade;
- C- Manter um bom posicionamento do piloto;
- D- Ter fácil e rápida acessibilidade;
- E- Ser Bonito;
- F- Possuir fácil manutenção;
- G- Ser confortável;
- H- Atender as normas.

- 0 – Igual importância
- 1 – Pouco mais importante
- 3 – Mais importante
- 5 - Muito mais importante

REQUISITOS CLIENTE		Suportar Colisões	Ter boa Visibilidade	Manter um bom posicionamento do piloto	Ter fácil e rápida acessibilidade	Ser Bonito	Possuir fácil manutenção	Ser confortável	Atender as normas	SOMATÓRIO	PORCENTAGEM	PESO
A	Suportar colisões	3A	1A	1A	5A	3A	3A	0		16	26%	4
B	Ter boa Visibilidade		0	3D	5B	3B	0	3H		8	13%	2
C	Manter um bom posicionamento do piloto			1D	3C	1C	0	3H		4	6%	1
D	Ter fácil e rápida acessibilidade				3D	0	3G	3H		3	5%	1
E	Ser Bonito					3E	0	5H		3	5%	1
F	Possuir fácil manutenção						3G	5H		0	0%	1
G	Ser confortável							3H		6	10%	2
H	Atender as normas									22	35%	5
										62		

Requisitos do Produto

- Material dos tubos;
- Dimensões do tubo;
- Tipo de solda;
- Quantidade de pontos de solda;
- Posição do banco;
- Espessura do estofamento;
- Posição dos pedais;
- Posição do volante;
- Componentes mecânicos simples;
- Material Carenagem;
- Espessura Carenagem;
- Cor do Veículo;
- Tipo de Pintura;
- Posição do centro de gravidade.

Requisitos do Usuário	Características de Qualidade															
	Pesos	Dimensões do tubo	Tipo de Pintura	Posição do centro de gravidade	Cor do Veículo	Material dos tubos	Posição dos pedais	Espessura Caretagem	Posição do volante	Tipo de solda	Quantidade de pontos de solda	Componentes mecânicos simples	Posição do banco	Espessura do estofamento	Material Caretagem	
Suportar colisões	4	36	0	36	0	36	4	12	0	36	12	4	36	4	12	
Ter boa Visibilidade	2	6	6	0	6	0	0	2	6	0	0	2	18	2	0	
Manter um bom posicionamento do piloto	1	0	0	3	0	0	9	0	9	0	0	0	9	9	0	
Ter fácil e rápida acessibilidade	1	3	0	3	0	0	1	1	3	0	0	0	9	3	0	
Ser Bonito	1	1	9	0	9	1	0	3	1	1	0	0	0	0	3	
Possuir fácil manutenção	2	0	0	2	0	6	18	6	18	6	6	18	2	0	6	
Ser confortável	5	0	0	15	0	0	15	0	15	0	0	0	15	45	0	
Especificações Meta		Diâmetro entre 1pol e 1 1/4 pol e espessura de 3,05 e 1,57 mm	Deve ser Anti-Fogo	Deve Evitar o capotamento	Sem Restrição	Aço Carbono > 0,18%	Perna Levemente Flexionada	3 mm	Sem contato com as coxas e visualização de todos os instrumentos sem mover a cabeça	MIG	Suficiente para manter a resistência mecânica do BAJA	Acesso Simplificado	Ângulo entre 90 e 120° e encosto de 232 cm ²	Entre 1,8 e 4,0 cm	PEAD	
	Absoluto	46	15	59	15	43	47	24	52	43	18	24	89	63	21	559
	Relativo	8,23%	2,68%	10,55%	2,68%	7,69%	8,41%	4,29%	9,30%	7,69%	3,22%	4,29%	15,92%	11,27%	3,76%	100%

Especificações do Produto

- O Material do Tubo deve possuir uma porcentagem de carbono maior que 0,18%
- As dimensões do tubo devem estar entre o diâmetro de 1 pol e 1 ¼ pol com espessura de tubo de 3,05 mm para tubo de 1 pol ou 1,57 mm para outros.
- A solda utilizada deve ser MIG
- A quantidade de pontos de solda deve ser o suficiente para manter a resistência mecânica do BAJA.
- O Banco deve estar com o encosto entre 90⁰ e 120⁰ e o encosto deve suportar 890 N, possuindo uma área mínima de 232 cm², com espessura de 3,8 cm.
- A Espessura do estofamento deve trazer conforto ao piloto e estar entre 1,5 cm e 4,0 cm.
- A posição dos pedais quando acionados totalmente, deve garantir que a perna do piloto esteja levemente flexionada.
- A posição do Volante deve garantir que todos os instrumentos sejam vistos sem precisar mover a cabeça e também não deve ter contato com as coxas.
- Os componentes mecânicos devem possuir um acesso simplificado para uma b ao manutenibilidade.

- O Material da carenagem deve ser resistente e flexível, sendo usado PEAD.
- A Espessura da carenagem será de 3mm.
- A cor do veículo não possui nenhuma especificação.
- O tipo de pintura deve ser Anti-fogo.
- A posição do centro de gravidade deve garantir que o carro suporte o empuxo quando o esforço for aplicado em uma curva.

O presente projeto informacional apresentado foi:

() **APROVADO**

() **REPROVADO**

Fulano de tal
Líder de célula

Fulano de tal
Líder da célula de Gestão de Projetos

Fulano de tal
Líder de célula de Gestão de Negócios

Fulano de tal
Capitão