

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAPEAMENTO DE PROCESSOS NO PROJETO DE  
EXTENSÃO FÓRMULA UFSM**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Lais Catarine Kerber**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

# **MAPEAMENTO DE PROCESSOS NO PROJETO DE EXTENSÃO FÓRMULA UFSM**

**POR**

**Lais Catarine Kerber**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

**Orientador: Cristiano Roos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

# MAPEAMENTO DE PROCESSOS NO PROJETO DE EXTENSÃO FÓRMULA UFSM

**LAIS CATARINE KERBER (UFSM)**

lckerber@gmail.com

**CRISTIANO ROOS (UFSM)**

cristiano.roos@ufsm.br

## *RESUMO*

*O presente trabalho tem como objetivo identificar os problemas mais relevantes no processo de desenvolvimento de veículos open-wheel do tipo fórmula. Deste modo, será aplicado o mapeamento de processos a um projeto de extensão da Universidade Federal de Santa Maria. Esta pesquisa foi iniciada a partir de uma revisão da literatura, buscando conceitos relacionados ao tema assim como exemplos de aplicação de mapeamento de processos. O procedimento técnico metodológico utilizado foi a pesquisa ação. Foram desenvolvidas coletas de dados referentes à identificação do processo escolhido, mapeamento deste processo e levantamento de tempo dedicado a cada etapa do mesmo. O levantamento de dados foi realizado por meio de reuniões e formulários, identificando oportunidades de melhoria. Por fim, em conjunto com membros da equipe, foram feitas cinco propostas de melhorias relacionadas aos problemas detectados. Com o intuito de contribuir com o processo de desenvolvimento de produtos, melhorando o desempenho da equipe na competição Formula SAE Brasil.*

*Palavras-chave:* MAPEAMENTO DE PROCESSOS; DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS; FORMULA UFSM; EXTENSÃO UNIVERSITARIA

# PROCESSES MAPPING IN THE EXTENSION PROJECT FORMULA UFSM

**LAIS CATARINE KERBER (UFSM)**

lckerber@gmail.com

**CRISTIANO ROOS (UFSM)**

cristiano.roos@ufsm.br

## *ABSTRACT*

*The present work aims to identify the most relevant problems in the development process of open-wheel vehicles. In this way, the process mapping will be applied on the extension project of the Federal University of Santa Maria. This research was started from a literature review, searching for concepts related to the topic as well as examples of process mapping application. The technical methodological procedure used was the action research. Data collection was conducted to identify the chosen process, the mapping of this process and the time dedicated to each stage of the process. Opportunities for improvement were identified through interviews and forms. Finally, to contribute to the product development process, it was proposed five improvement methods related to the detected problems. Together with team members, these methods were discussed in order to improve the performance of the team in the Formula SAE Brazil competition.*

**Keywords:** PROCESS MAPPING ; PRODUCT DEVELOPMENT; FORMULA UFSM;  
UNIVERSITY EXTENSION

## 1 INTRODUÇÃO

A extensão universitária é uma forma de interação que deve existir entre a universidade e a comunidade na qual ela está inserida, uma espécie de ponte permanente ligando a universidade aos diversos setores da sociedade (NUNES, 2011). O Projeto Fórmula UFSM é uma ação de extensão dentro da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que tem como intuito estimular os alunos de engenharia a projetar, desenvolver, construir, testar e competir com veículos *open-wheel* do tipo fórmula, tornando-os aptos a atuar no mercado de trabalho, principalmente no ramo automotivo e de projeto (BONETTI, 2015).

Para desenvolver o veículo *open-wheel* do tipo fórmula, o projeto conta com uma equipe multidisciplinar que utiliza a metodologia de projetos de produtos proposta por Pahl et al (2005). Os autores propõem a seguinte estrutura e gestão do processo de desenvolvimento de produto: fase de planejamento de projeto; fase de projeto informacional; fase de projeto conceitual; fase de projeto preliminar e por fim fase de projeto detalhado. Por se tratar de um produto complexo, a Equipe Formula UFSM divide-se em subequipes, onde cada uma delas é responsável por projetar as partes/peças de um subsistema do veículo. Salienta-se ainda, que o objetivo final da equipe é um projeto de qualidade, economicamente viável, que atenda prazos e especificações técnicas exigidas pela organização da competição, que representa seu cliente final.

Diante deste cenário, para garantir o melhor desempenho é necessário que as atividades inter-relacionadas sejam compreendidas por uma visão por processos (SILVA, 2014). A abordagem por processos permite o conhecimento profundo das atividades produtivas e como elas influenciam no resultado final do seu produto. Para tal é necessária a utilização de ferramentas que auxiliam a melhor visualização do processo produtivo, dentre as mais utilizadas está o mapeamento de processos (SANTOS; LIMA, 2016).

O mapeamento de processos possibilita uma compreensão integrada da organização, da origem e do destino dos esforços que são empregados, bem como da interação sistêmica entre as informações e as operações organizacionais (MARETH; ALVES; BORBA, 2008). A aplicação da ferramenta permite que o processo seja analisado de forma detalhada, evidenciando falhas, gargalos e perdas dentro de cada etapa e apresenta informações importantes para a implementação de melhorias.

Neste contexto o presente trabalho trata do mapeamento de processos dentro do Projeto Formula UFSM. É um tema derivado de um problema de pesquisa ascendente de ordem prática e pode ser descrito da seguinte maneira: Como melhorar procedimentos operacionais no

desenvolvimento de um protótipo *open-wheel*, do tipo fórmula, tornando-o mais competitivo dentro da Competição Formula SAE BRASIL?

Com base nos resultados de competições anteriores, pôde-se perceber que o fator mais prejudicial para o desempenho da equipe na competição é a gestão do tempo no decorrer do projeto. Visto que, se trata de um projeto de extensão, composto por alunos, onde existe grande rotatividade de integrantes. Assim sendo, tem-se um alto índice de falhas em projetos, nos desenhos técnicos e na manufatura. Isto ocorre em consequência da inexperiência inerente dos projetistas. Sendo estas as principais causas de atrasos no andamento do projeto, tornando o tempo dedicado a testes insuficiente e diminuindo confiabilidade do veículo para a competição.

Portanto, essa pesquisa justifica-se pela necessidade de agregar conhecimentos e ferramentas de Engenharia de Produção ao projeto de desenvolvimento do protótipo. Os processos devem corroborar para conceber um produto lucrativo com conexão entre design, performance, viabilidade de manufatura e redução de custos no período de um ano.

Em pesquisa prévia e preliminar não foram encontrados referenciais teóricos de aplicação de ferramentas de mapeamento de processos em projetos desta natureza. Desta forma, há uma oportunidade de contribuir para a literatura, buscando-se, através de uma pesquisa científica, explorar o tema mapeamento de processos aplicado a um caso prático de uma equipe participante da Competição Formula SAE Brasil.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é propor soluções relevantes para problemas detectados no processo de desenvolvimento de protótipos *open-wheel* do Projeto Formula UFSM, através da aplicação do mapeamento de processos. Os objetivos específicos são:

1. Identificar quais são os problemas mais relevantes nos processos operacionais que compõem o Projeto Formula UFSM;
2. Aplicar o mapeamento de processos e realizar análises para identificar melhorias nos processos;
3. Propor soluções viáveis para os problemas mais relevantes inicialmente identificados.

Na segunda seção deste trabalho é apresentado o referencial teórico, trazendo conceitos e aplicações de mapeamento de processos. Na terceira seção serão apresentados os procedimentos metodológicos do trabalho. Na quarta seção está a pesquisa de campo com seus respectivos resultados. Por fim, na quinta seção, estão as considerações finais desta pesquisa.

## **2 REFERENCIAL TEORICO**

Neste tópico apresentam-se os principais conceitos relacionados ao objetivo deste trabalho. Foram abordados assuntos que trazem o embasamento necessário para o entendimento do tema bem como para aplicação da técnica de mapeamento de processos.

### **2.1 Gestão de processos**

No início do século XX, as empresas influenciadas pelos resultados da revolução de produtividade obtida pela Administração Científica, começaram a organizar-se em estruturas hierárquicas de poder dividindo-se em departamentos estanques, acreditando que cada departamento ao realizar sua tarefa da melhor forma possível, a qualidade do todo seria alcançada (ROTONDARO, 2005). Porém, a partir dos anos 70, este modelo de gestão deixou de atender às demandas que o mercado impunha. Para garantir as melhorias necessárias à sua sobrevivência, foi preciso que as empresas adotassem um novo modelo de gestão, refletindo a necessidade de ampliar o escopo da produção industrial, incluindo assim processos-chave que, apesar de não estar ligados à produção propriamente dita, causam grande impacto (SLACK et al. 2008). Fraga, Faria e Gava (2015) consideram que todas as operações de uma organização, as suas ofertas e entregas à sociedade serão concluídas por meio de processos, e por isso, ressaltam a importância da compreensão dos mesmos para o êxito das operações de uma organização.

Contemporaneamente, a gestão por processos é uma disciplina de gestão que requer que as organizações adotem uma mudança para o pensamento centrado nos processos (DOEBELI et al., 2011). Campos (2013) diz que a gestão de processos organizacionais possibilita uma evolução eficiente, com baixo impacto negativo na organização e em seus recursos, e com grandes possibilidades de se chegar aos propósitos que a organização almeja em seus processos.

Neste contexto, conforme Trkman (2010), a gestão por processos pode ser entendida como todos os esforços de uma organização em analisar e, continuamente, melhorar suas atividades fundamentais. Para Capote (2011), o melhor entendimento dos processos permite que os mesmos sejam aprimorados e, para isso é indispensável à utilização de ferramentas que possibilitem a compreensão completa de cada fase e de suas inter-relações. Uma das ferramentas utilizadas é o mapeamento de processos, que descreve graficamente o processo em termos de como as atividades relacionam-se, a sequência em que devem ser executadas e o responsável pela execução (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008).

## 2.2 Mapeamento de Processos

Iniciativas de melhoria de negócios trazem benefícios para a eficácia operacional de uma organização e as suas capacidades de aquisição de conhecimentos. Apesar de ser majoritariamente aplicado em indústrias de manufatura, o mapeamento de processos também tem sido muito utilizado em serviços e outras áreas (WHITE; CICMIL, 2016).

Para Pinho, Leal e Almeida (2006) o mapeamento de processos tem a função de indicar a sequência de atividades desenvolvidas em um processo. Seu principal objetivo é utilizar a linguagem gráfica para expor os detalhes dos processos de forma gradual e controlada, descrevendo o processo de forma concisa e precisa, focando a atenção nas interfaces do processo e, possibilitando uma análise dos processos consistente com a linguagem do projeto (DAMELIO, 2011).

O mapeamento de processos é capaz de controlar o fluxo de materiais, informações e documentos do processo, além de esclarecer decisões, tarefas e ações. Simultaneamente é uma ferramenta analítica e uma metodologia que visa à melhoria de desempenho e à redução dos erros de um processo (BARBROW; HARTLINE, 2015; KALMAN, 2008). De acordo com Johnston et al. (2002), o principal ganho obtido pelo mapeamento dos processos é a possibilidade de uma visão e de um entendimento compartilhado do processo por todos os envolvidos.

Existem diferentes técnicas que podem ser usadas para mapear processos. Estas técnicas variam conforme os objetivos e os recursos a que se tem acesso (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008). Kalman (2008) desdobra a metodologia de mapeamento de processos em sete etapas e salienta que, antes do início do projeto, é preciso selecionar o processo crítico a ser mapeado, definir um objetivo específico e mensurável e, estabelecer o comprometimento necessário pela gerência com o projeto.

Assim, segundo Kalman (2008), a primeira etapa do mapeamento é a construção do mapa do processo. Na segunda etapa ocorre o reconhecimento dos pontos de atenção no processo como gargalos e atividades com alta possibilidade de erros. Na terceira etapa, ocorre a categorização e priorização dos pontos de atenção identificados. Na quarta etapa, analisa-se os pontos de atenção identificando as causas-raiz dos possíveis problemas. Na quinta etapa, o autor sugere a atividade de redesenho do processo, eliminando atividades desnecessárias, até que os processos estejam tão simplificados quanto possível. Na sexta etapa, o novo processo é apresentado à gerência onde ocorre a determinação de métricas que serão utilizadas na avaliação de melhoria de performance conseguida com novo processo. Na sétima e última etapa, o processo redesenhado é implantado e medido.

Além de gerar uma compreensão de processos de negócios, a fim de identificar melhorias, o mapeamento de processos pode ser utilizado para possibilitar a gestão do conhecimento, retendo o capital de conhecimento, bem como facilitar a comunicação interdepartamental (BARBROW; HERTLINE, 2015). Os mapeamentos de processos também auxiliam na identificação de atrasos e de fluxos de trabalho permitindo aos gestores a tomada de decisão com base em evidências (WHITE; CICMIL, 2016).

### **2.3 Processo de desenvolvimento de produtos**

Os trabalhos desenvolvidos na área de desenvolvimento de produto trazem uma análise dos processos atualmente praticados na indústria e se estendem até a construção de modelos de referência. Estes podem ser utilizados para o aprendizado de estudantes e também, para orientação e atualização de profissionais, buscando melhorias no processo (ROMANO, L. N., 2003). Grande parte da literatura é direcionada a gestão do desenvolvimento de produtos discutindo aspectos relacionados aos processos de desenvolvimento, no qual se tem entradas (horas de engenharia, conhecimentos técnicos, normas e padrões, etc.), que são processadas trazendo resultados parciais, como, por exemplo, um protótipo, ou finais, como o produto lançado no mercado (ROMEIRO et al., 2010).

Uma visão de projeto de desenvolvimento de produto diz que: projetos de desenvolvimento de produto são aquelas atividades que tem como objetivo executar o processo de geração de uma ideia de um bem ao longo de várias fases, desde o levantamento de informações até o lançamento do produto no mercado (ROMANO, L. N., 2013). Para Valeriano (1998), as etapas são compostas de tarefas típicas, cabendo ao gerente de projeto e sua equipe adaptá-las para obter um roteiro que atenda as necessidades de seu projeto.

Segundo Pahl et al. (2005), diante da grande importância do desenvolvimento de um produto, torna-se necessário um procedimento para desenvolvimento de soluções, que seja passível de planejamento, flexível, otimizável e passível de verificação. Os autores defendem que um procedimento só é aplicável quando, além de conhecimento técnico, os projetistas souberem trabalhar de forma sistemática. Esta metodologia de trabalho deve ser auxiliada por medidas organizacionais. Para Rozenfeld et al. (2006), o desenvolvimento não deve levar em conta apenas o custo e desempenho técnico do produto, mas também a manufacturabilidade do produto e a evolução, a cada projeto, das capacitações requeridas para o desenvolvimento do produto no futuro.

## 2.4 Competição Fórmula SAE

O Projeto Fórmula SAE é uma competição de desenvolvimento de produto, organizada pela SAE *International*, uma das principais fontes de normas e padrões relativas aos setores automotivo e aeroespacial em todo o mundo. Durante os anos 90, a SAE *International* anunciou a formação de sua primeira afiliada, a SAE BRASIL, que realizou a primeira edição da competição FORMULA SAE BRASIL em 2004 (SAEBRASIL, 2016).

A categoria de competição Formula SAE tem como objetivo o desenvolvimento de veículos protótipos do tipo fórmula por equipes multidisciplinares, formadas por estudantes de engenharia. Cada equipe é desafiada a projetar, fabricar e competir com carros de corrida tripulados estilo fórmula (MOTRIZ, 2015). Durante a competição cada projeto é submetido a provas teóricas e práticas, onde são avaliados desde os fundamentos teóricos aplicados no seu desenvolvimento até o desempenho dinâmico do veículo. São avaliadas as soluções apresentadas, nos aspectos de manufatura, custos e qualidade do produto final, além da viabilidade econômica dentro do nicho de mercado (FSAE, 2016).

Conforme consta no site da instituição, a competição assume um importante caráter educacional na formação e aprimoramento dos novos engenheiros, pois contribui de maneira significativa para sua formação profissional, tornando-os capazes de buscar soluções de problemas, de trabalhar em equipe, buscar fornecedores, realizar planejamentos e análises de custos, simulando o desenvolvimento de um novo produto desde o projeto até a fabricação e testes (SAEBRASIL, 2016).

## 2.5 Aplicação do Mapeamento de Processos

Com o intuito de explorar o tema que originou este trabalho foi elaborada uma revisão teórica buscando outras publicações que apresentam situações ou aplicações semelhantes. Nesta seção serão apresentados exemplos de como o mapeamento de processos pode ser útil para a solução de diferentes problemas.

### 2.5.1 Mapeamento de processos puro

O mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação, têm a intenção de auxiliar na busca por melhorias em processos existentes ou na implantação de uma estrutura voltada para processos (VOLPATO et al., 2011). Santos e Lima (2016) utilizaram o mapeamento de processos para analisar o processo de produção de luminárias do setor metal mecânico, com o intuito de identificar gargalos de produção e atividades que não agregam valor ao produto. Os autores utilizaram o método SIPOC (*Supplier, Input, Process,*

*Output, Custome*) para auxiliar o mapeamento de processos. Após as análises chegaram à conclusão de que 75% das atividades do processo de fabricação do produto com maior demanda não agregavam valor ao produto. Isto possibilitou a reestruturação de um processo mais robusto.

Com o objetivo de melhorar o processo de fabricação de tijolos no estado do Rio Grande do Norte, Silva e Oliveira (2016) utilizaram o mapeamento de processos aliado a atividade de Benchmarking. Após identificar os pontos críticos de seus processos através do mapeamento, foi possível identificar quais as empresas do mesmo setor poderiam contribuir com sua experiência para propor soluções para as possíveis falhas apontadas no processo. Os autores salientam que, apesar de se tratar de ferramentas simples, o mapeamento de processos e o benchmarking são eficazes para o alcance de melhorias contínuas nos processos, pois proporcionam amplo conhecimento da produção evitando o método da tentativa e erro na implementação de melhorias.

Pode-se encontrar na literatura a utilização do mapeamento de processos puro também em empresas do setor público de serviços. Segundo Silva (2014) a utilização de ferramentas de gestão nessas instituições tornou-se necessária para atender as exigências da sociedade por uma melhor prestação dos serviços públicos. Silva e Oliveira (2016), utilizaram o mapeamento para identificar melhorias no desempenho dos seus processos de serviço, utilizando a metodologia proposta por Rotondaro et al. (2005) que sugerem a identificação dos principais macroprocessos, ou seja, aqueles que possuem maior impacto sobre o negócio para, a partir deles realizar o mapeamento, também utilizando o SIPOC como auxiliar. A partir da análise dos mapas o autor foi capaz de sugerir propostas de melhoria como a implantação de métricas de desempenho, a implantação de um plano de treinamentos a fim de evitar retrabalhos e a delegação de funções para os setores corretos evitando que alguns funcionários sejam sobrecarregados.

Da mesma maneira Franco et al. (2016), alcançaram a estruturação dos processos dos setores de uma biblioteca universitária, através do mapeamento e da modelagem de processos a fim de definir os processos e resolver problemas relacionados a procedimentos, informatização e qualidade. A partir da modelagem dos processos, foi possível a proposição de melhorias que vieram a auxiliar o setor nos esforços de padronização, comunicação, eliminação de atividades que não agregavam valor e definição de atribuições.

### 2.5.2 Mapeamento de processos na gestão do conhecimento

Outro enfoque interessante é a utilização do mapeamento de processos como ferramenta na gestão do conhecimento. Stein (2003 apud HURTADO et al. 2012), considera a análise da

gestão do conhecimento em processos de negócio relevante, pois proporciona a visão sistêmica necessária para a eficiência na gestão, além de disseminar, métodos, ferramentas e conceitos que auxiliam na melhoria de processos empresariais.

White e Cicmil (2016) afirmam que iniciativas de melhoria de negócios trazem benefícios tanto para a eficácia operacional quanto para a capacidade de aquisição de conhecimento de uma organização. Os autores pretendem aliar a busca por melhoria contínua em seus processos com a aquisição de conhecimento entre aqueles que estão envolvidos no desenvolvimento do mapeamento de processos. Além do conhecimento adquirido na execução de cada etapa do mapeamento, os autores consideram os mapas como repositórios de conhecimento úteis, pois proporcionam socialização e transferência de conhecimento dentro da empresa.

Dentro deste contexto, Barbrow e Hartline (2015) descrevem o processo de mapeamento como um primeiro passo na promoção de uma cultura de avaliação organizacional. Os autores realizaram um estudo na biblioteca da Universidade de Michigan, com o objetivo de reter o conhecimento institucional. Tendo em vista a importância na execução do mapeamento de processos, foi realizado um programa de treinamento para capacitar os funcionários a construir os mapas, além de identificar e implementar elementos para melhorias no trabalho de rotina. Após avaliar o processo de mapeamento, o autor concluiu que apesar de ter uma equipe pouco familiarizada com as técnicas utilizadas para o mapeamento, essas habilidades são fundamentais para a retenção de conhecimento institucional, formação de pessoal, e identificar áreas de melhoria nos fluxos de trabalho comuns e raramente usados igualmente.

### 2.5.3 Mapeamento de processos como ferramenta de diagnóstico

Okrent e Vokurka (2004) descrevem a aplicação do mapeamento de processos que foi utilizada como ferramenta complementar na implantação do ERP (*Enterprise Resource Planning*). Neste caso, o mapeamento de processos foi utilizado com guia para a implantação do sistema de ERP. Este processo se iniciou com a elaboração do mapa de estado atual e posterior proposição do mapa de estado futuro, assim como as medidas tomadas para esta transição.

Bandeira e Prates (2011) utilizaram o mapeamento de processos ao perceber a importância de visualizar detalhadamente os processos para mensurar e controlar os mesmos. Esta necessidade surgiu a partir de problemas como atrasos na confirmação de pedidos, perda de receita por indisponibilidade de produtos, ociosidade de atividades e ineficiência de algumas operações. Para solucionar estes problemas, além do mapeamento

de processos, foram realizadas mensurações de ciclo de produção, aplicação de conceitos de produção enxuta e balanceamento de processo.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Cenário

O cenário desta pesquisa é o Projeto Formula UFSM, projeto de extensão vinculado ao Departamento de Engenharia Mecânica. Com sede no Centro de Tecnologia. Trata-se de um projeto extracurricular mundialmente conhecido e que vem sendo desenvolvido na UFSM desde 2010. Tem por finalidade o desenvolvimento técnico de veículos *open-wheel* do tipo fórmula, por alunos de engenharia motivados pela Competição Fórmula SAE Brasil organizada pela *Society of Automotive Engineering* (SAE) que ocorre no Brasil desde 2004 (FORMULA UFSM, 2016).

Desde a criação da Equipe Formula UFSM foram projetados e construídos sete carros (KUNTZER, 2015). A equipe conta atualmente com 35 membros entre alunos e professores orientadores e divide-se em 8 subequipes, sete delas representam os subsistemas do veículo a ser projetado, a saber: Aerodinâmica, Chassi, Elétrica, Freios, Motor, Suspensão, Transmissão e Manufatura. A oitava tem caráter gerencial, responsável pelas atividades de análises de custos, manufaturabilidade e Real Case, gerenciamento financeiro, análise de mercado e marketing. Cada subequipe possui um chefe. Este é responsável por organizar e delegar as funções entre os membros, de modo a manter constante o fluxo de trabalho. A liderança da equipe é dividida entre o capitão, que desempenha atividades de gestão, e diretor técnico, que atua mais diretamente no desenvolvimento do protótipo, ambos acumulam a atividade de projetista.

O propósito final da equipe é a participação na Competição Fórmula SAE Brasil com um protótipo de veículo *open-wheel* do tipo fórmula, onde deve ser aplicado o máximo de conhecimentos e técnicas de engenharia em seu projeto, fabricação e testes, atendendo requisitos determinados pela organizadora da competição. Dadas às características do projeto, pode-se definir o cliente final como os juízes responsáveis pela avaliação de cada prova dentro da competição. O projeto é financiado a partir de patrocínios realizados por empresas parceiras e, majoritariamente, pela UFSM.

Atualmente a Equipe Formula UFSM encontra-se entre as melhores equipes do Brasil, estando entre os 10 primeiros colocados na Fórmula SAE Brasil desde 2011, sendo que em duas delas a equipe alcançou o segundo e terceiro lugar, garantindo a participação da equipe na *Formula SAE West Lincoln* nos anos de 2012 e 2014 (FORMULA UFSM, 2016).

### 3.2 Método de pesquisa

Esta pesquisa classifica-se como aplicada, quanto a sua natureza, pois envolveu a aplicação de métodos típicos da Engenharia de Produção para solucionar um problema prático e aplicado (GIL, 2010). Descritiva, quando aos objetivos, pois teve como propósito descrever as características dos processos desenvolvidos pela Equipe Formula UFSM. Além disso, as técnicas de coleta de dados utilizadas são padronizadas conforme as práticas de Engenharia de Produção (GIL, 1994). Quanto à abordagem de pesquisa é qualitativa, pois as informações coletadas foram de acordo com perspectivas dos indivíduos (MIGUEL, 2012). Quanto ao procedimento técnico trata-se de uma Pesquisa Ação, pois o autor esteve diretamente envolvido na busca pela solução do problema prático, como agente principal da aplicação de métodos típicos da Engenharia de Produção (GIL, 2010).

### 3.3 Etapas da pesquisa

As etapas da pesquisa são especificadas na Figura 1. Inicialmente foram apresentadas as etapas com exigência teórica, ou seja, introdução, referencial teórico e procedimentos metodológicos.

No item procedimentos metodológicos foram definidos o cenário e os instrumentos de pesquisa. Por se tratar de uma pesquisa de caráter qualitativo, optou-se por iniciá-la a partir de observações in loco e levantamento de documentações existentes. A partir dos dados levantados, foram elaborados questionários e reuniões pre-estruturadas. É importante salientar que neste trabalho foram estudados somente as subequipes que realizam o desenvolvimento de produto e, a partir daqui serão intitulados subsistemas.

<b>Introdução</b>
Definição do problema de pesquisa
Confirmação do problema de pesquisa
Definição dos objetivos da pesquisa
Definição das justificativas da pesquisa
<b>Referencial teórico</b>
Definição de mapeamento de processos
Definição de competição Formula SAE
Outros trabalhos neste contexto
<b>Procedimentos metodológicos</b>

Classificação da pesquisa
Definição do cenário
Elaboração do instrumento de pesquisa
<b>Desenvolvimento da pesquisa de campo</b>
Coleta de dados relacionados ao problema de pesquisa
Estudo e análise dos dados coletados
Implementação de métodos típicos da Engenharia de Produção para a solução do problema
Proposta de melhorias para a solução do problema de pesquisa
<b>Conclusão a partir dos resultados</b>

Figura 1- Etapas da pesquisa.  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

As etapas seguintes são de cunho prático. Para identificar a dinâmica do trabalho e tempo dedicado a cada atividade, foram aplicados questionários e reuniões pré-estruturadas, além da participação semanal em reuniões gerais. A partir dos dados levantados foi elaborado o mapa de processos, representando o fluxo de trabalho geral da equipe, assim como gráficos Gantt representando períodos de realização de cada tarefa por cada subsistema.

Posteriormente, foram feitas análises buscando identificar possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produto adotado pela Equipe Formula UFSM. A partir dos resultados obtidos nesta análise, juntamente com os membros da equipe, foram identificadas suas possíveis causas raiz, o que possibilitou a sugestão de propostas de melhorias com vistas a solucionar o problema em estudo. Por fim, foi concluída a pesquisa a partir dos resultados obtidos.

## 4 PESQUISA DE CAMPO

Esta seção irá apresentar os resultados da pesquisa com relação ao mapeamento de processos, à análise dos dados e às propostas de melhorias.

### 4.1 Resultados relacionados à identificação do problema

Visando cumprir com o primeiro objetivo específico deste trabalho, foram realizadas no mês de setembro de 2016 reuniões com o capitão da equipe Formula UFSM. Além disso, foram realizadas participações em reuniões gerais que ocorriam semanalmente, sendo o registro de informações feitas por gravações de áudios e anotações em bloco de notas. As primeiras reuniões ocorreram de maneira informal, pois tinham como principal objetivo conhecer a dinâmica de trabalho da equipe e apresentar as ferramentas de Engenharia de

Produção. A partir das informações levantadas pôde-se perceber que as principais dificuldades da equipe estavam relacionadas ao planejamento e à gestão do tempo disponível para o projeto, a manufatura e os testes do protótipo.

Para o desenvolvimento do protótipo a equipe utiliza a metodologia de projetos de produtos proposta por Pahl et al. (2005), que divide o processo de desenvolvimento de produto em 5 fases principais. A partir dele foi elaborado um questionário com perguntas diretas direcionadas aos chefes de cada subsistema do Formula. Este questionário foi aplicado a fim de levantar informações sobre as atividades específicas de cada subsistema conforme consta no Apêndice A.

Por conseguinte, é importante destacar que se trata de uma equipe multidisciplinar, composta por alunos que, em sua maioria, estão cursando os semestres iniciais de engenharia. Por este motivo, tem disponibilidade de tempo limitado para dedicarem-se ao projeto além de pouca experiência. Igualmente, no decorrer deste trabalho, houve uma mudança considerável na formação da equipe e em seu planejamento. Foram necessárias novas reuniões e reuniões de forma a alinhar a pesquisa aos novos objetivos da equipe. Estas novas reuniões ocorreram em janeiro de 2017.

De um modo geral, há muitas oportunidades de melhoria em diferentes aspectos, mas as que mais se destacam são relacionadas à gestão, já que tais práticas não estão diretamente ligadas a nenhuma prova prevista na competição. Por este motivo, a escolha do processo a ser estudado foi definida a partir da análise de indicadores, presentes nos Anexos A, B e C este trabalho. Estes indicadores foram levantados e analisados pelo capitão, que estabeleceu os principais objetivos da equipe para o ano de 2017: passar na inspeção de segurança, aumentar a pontuação nas provas de aceleração e *skidpad* e participar do enduro.

Com base na documentação das competições anteriores, pode-se perceber que a maior dificuldade em cumprir estes objetivos é o tempo insuficiente para testes. Apesar de, no cronograma da equipe, o tempo para esta atividade ser adequado, muitas vezes é reduzido ou até extinto em função de atrasos nas etapas anteriores aos testes.

Além disso, o regulamento da competição permite que cerca de noventa por cento do projeto do veículo seja reutilizado de um ano para outro. Assim, o único processo que se repete anualmente é o de desenvolvimento de produto, que ocorre independentemente das peças a serem projetadas, sendo este escolhido como objeto de estudo deste trabalho. Com estas informações definidas, seguiu-se para o segundo objetivo específico deste trabalho de conclusão de curso.

## 4.2 Resultados relacionados ao mapeamento de processos

Após a definição do processo a ser mapeado, foi elaborado um formulário de levantamento de atividades disponível no Apêndice B. Esta ferramenta objetivou levantar as atividades de cada etapa do desenvolvimento, bem como o tempo médio necessário para sua realização. O formulário foi enviado para cada chefe de subsistema, por e-mail, para preenchimento prévio. Posteriormente foram realizadas reuniões individuais para esclarecimento de dúvidas.

Por tratar-se de um processo complexo, cuja execução se dá ao longo de um ano, a análise foi dividida em cinco macroprocessos (fases), embora algumas atividades sejam executadas continuamente. Para facilitar a visualização, atribuiu-se cores a cada uma das fases, conforme a Figura 2, de modo a facilitar o entendimento da forma gráfica deste mapeamento, disponível no Apêndice C deste trabalho.

<b>Fases principais do Desenvolvimento de Produto</b>		
	Fase 1	Planejamento: Projeto Informacional
	Fase 2	Especificações: Projeto Conceitual
	Fase 3	Produto: Projeto Preliminar
	Fase 4	Concepção do produto: Projeto Detalhado
	Fase 5	Detalhamento completo

Figura 2 – Macroprocessos.  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Pode-se verificar no mapeamento que o processo de desenvolvimento do protótipo inicia-se com duas etapas em paralelo: a sondagem e a análise de documentação. A sondagem é realizada a partir de dados levantados durante a competição do ano anterior e da análise de páginas e redes sociais das equipes concorrentes (esta atividade estende-se até o encerramento dos estudos técnicos). A análise de documentação parte do estudo geral dos resultados do projeto do ano anterior. Avalia-se o sistema, as falhas encontradas durante as provas, colhe-se a opinião do piloto. Nesta etapa os desenhos técnicos são analisados detalhadamente, assim como os resultados das simulações e protótipo. Os subsistemas buscam identificar erros de projeto e manufatura do sistema e realizam a leitura minuciosa do regulamento da competição, a fim de identificar se o mesmo passou por mudanças em relação à competição do ano anterior.

A partir dos dados levantados na etapa anterior é possível determinar quais peças do subsistema devem ser projetadas ou apresentam oportunidades de melhoria. Sempre que uma

peça não cumpriu com seu objetivo por completo, possui alguma redução de massa ou algum tipo de atualização, pode ser considerado como um novo projeto em potencial.

Com base na lista de necessidades e/ou melhorias inicia-se a identificação dos problemas essenciais. Nesta etapa, leva-se em conta a força de trabalho disponível, o conhecimento dos projetistas de cada subsistema, o tempo necessário para projeto e a manufatura da peça. Peças e componentes também são analisados. Observam-se aqueles que têm maior potencial de oferecer melhorias significativas como: alívio de massa, aumento de confiabilidade e/ou performance. Todas as decisões são tomadas em conjunto de forma a manter o alinhamento entre todos os subsistemas, respeitando a capacidade da equipe e o regulamento da competição.

Com os projetos definidos, inicia-se a segunda fase do desenvolvimento do produto. São realizados os estudos técnicos para o desenvolvimento de cada peça. Este processo inicia-se a partir do estudo das funções essenciais da peça a ser projetada e suas funções. O objetivo é conhecer o funcionamento e desempenho que se espera da peça, a fim de garantir a não ocorrência de problemas inéditos.

Os estudos técnicos ocorrem através de *benchmarking*, e principalmente através da busca de conceitos propostos com base em bibliografias. Avalia-se a complexidade de manufatura da peça, incluindo a viabilidade de fabricação e a facilidade de aquisição de matérias primas ou peças prontas. Com base nestas informações é elaborada a lista de possíveis apoiadores, a partir do levantamento de possíveis fornecedores de matéria prima, processos de fabricação e/ou componentes da peça. De acordo com o grau de complexidade das peças a serem trabalhadas, da experiência e disponibilidade dos projetistas é elaborado um cronograma para cada membro da equipe. O tempo de execução de cada etapa é estimado através de informações levantadas com antigos integrantes e/ou integrantes de outras equipes.

A fase 3 é a de projeto preliminar, que compreende a elaboração de desenhos técnicos, cálculos e dimensionamentos. O software padrão utilizado pela equipe para a elaboração dos desenhos técnicos é o CREO, porém conforme a necessidade e conhecimento do projetista também é utilizado o *Solidworks*. Durante o desenvolvimento dos projetos em CAD, são realizados cálculos e dimensionamentos, que variam de acordo com as especificações técnicas da peça que está sendo projetada. As análises são realizadas a partir de diagrama de corpo livre, onde a peça é submetida a todas as cargas, tensões e comportamentos possíveis de ocorrer em situações críticas de desempenho. Estes resultados são comparados aos resultados obtidos em testes realizados nos anos anteriores.

As simulações são realizadas ainda na fase de projeto preliminar. Aplicam-se resultados de cálculos e dimensionamentos encontrados nos softwares de simulação, adequados ao tipo de cada peça. Para simulações estático-estruturais e térmicas a equipe utiliza o software ANSYS. Para simulações fluidodinâmicas é utilizado o programa STARR. As simulações eletrônicas são realizadas no software PROTEUS PROFESSIONAL 7.7. No subsistema Motor predomina o uso do software *Bundle GT-Suite*, que simula unidimensionalmente o sistema em relação à sua termodinâmica.

Após os resultados das simulações e da análise de dimensionamento, é definido o material que melhor se comportou ou que apresentou melhor relação de custo-benefício e viabilidade de fabricação. Com o projeto preliminar definido é realizado o *Design Freeze*, onde os novos itens desenvolvidos, assim como resultados das simulações e a justificativas de cada escolha são apresentados a todos os membros da equipe. Para finalizar a fase de projeto preliminar são estimados os custos de produção, através de orçamentos de matéria prima, usinagem e transporte.

A quarta fase, onde são realizados o projeto detalhado e a concepção do produto, inicia-se com a definição do plano de manufatura. São definidos os processos de fabricação de cada peça, bem como o orçamento geral de cada subsistema. Este é repassado ao subsistema manufatura, responsável pela gestão financeira (negócios) e marketing da empresa.

Com a definição do Plano de Manufatura, os cronogramas de manufatura de cada subsistema são elaborados, observando prazos para aquisição de matérias primas e tempos estimados de fabricação (tanto para peças manufaturadas na oficina quanto para peças que são fabricadas por parceiros terceirizados), além do tempo de envio de peças compradas prontas.

A captação de recursos, executada com base na lista de possíveis apoiadores, é iniciada neste momento do projeto e se mantém até a competição. Os recursos podem vir em forma de valores monetários ou em serviços, verbas e patrocínios. Tendo definidos os recursos disponíveis, é realizado o levantamento de peças com processos de fabricação e matérias primas em comum, sendo posteriormente enviadas para manufatura.

A construção do protótipo é a etapa que demanda mais tempo de dedicação dos integrantes da equipe. Aqui o plano de manufatura é posto em prática reproduzindo o projeto em CAD a partir da montagem do protótipo. O primeiro subsistema a ser montado deve ser o chassi seguido da suspensão, motor, transmissão e outros. À medida que estes subsistemas vão sendo concluídos, os demais vão construindo suas peças aguardando a montagem final.

Por fim, são estabelecidas as especificações técnicas de cada peça projetada, assim como do protótipo de forma geral. A fase de testes, neste ano de 2017 em especial, ocorreu desde abril

de 2017. Foram testados sistemas que, eventualmente, vinham sendo modificados a partir do protótipo produzido em 2016. Esta atividade deve se manter até a data que antecede a competição. Tem como objetivo validar as simulações realizadas nas etapas anteriores e garantir a qualidade da fabricação. Os testes são realizados em pista, bancada e/ou dinamômetro, variando conforme a função de cada peça.

A quinta e última fase do processo de desenvolvimento do protótipo é a elaboração de relatórios, que são de exigência da competição. É elaborado um relatório para cada peça alterada ou projetada, a partir de registros gerados durante o projeto, fabricação, montagem e testes.

À medida que foram mapeadas as etapas do processo de desenvolvimento do protótipo, também foram levantados os tempos estimados para cada atividade, uma vez que este foi o aspecto apontado como principal dificuldade da equipe. Os diagramas de Gantt levantados podem ser vistos nos Apêndices D, E, F, G, H, I, J e K. Juntamente com o mapeamento de processos, a relação de tempos de cada subsistema auxilia na análise de pontos importantes e que, demandam maior atenção no processo de desenvolvimento do protótipo.

Na próxima subseção deste texto os resultados são analisados e logo na subseção seguinte as propostas de melhoria são apresentadas.

#### **4.3 Resultados relacionados à análise dos dados e das informações**

A partir dos tempos estimados para a execução de cada tarefa, foram gerados gráficos de Gantt. Representando a forma como cada subsistema se organiza para o desenvolvimento das peças que lhes competem. Isto possibilitou a comparação do tempo empregado por cada subsistema com o cronograma proposto pela equipe no início do projeto.

No cronograma geral da equipe espera-se que as atividades da fase informacional sejam, realizadas no período de sete dias, na última semana do mês de janeiro. Porém, apenas quatro subsistemas encerraram esta atividade dentro do prazo previsto, sendo que nenhum a executou no tempo pré-determinado. Os subsistemas Motor e Suspensão iniciaram as atividades no mês de dezembro, logo após o encerramento da competição de 2016, dedicaram-se a estas atividades por 30 e 7 dias, respectivamente. Estes subsistemas contam com integrantes mais experientes e não sofreram grandes mudanças em sua formação entre um projeto e outro. Os subsistemas Chassi e Transmissão iniciaram as atividades da fase informacional na primeira semana de janeiro encerrando-as até a data final estipulada no cronograma. Os subsistemas que não encerraram suas atividades dentro do prazo foram Freio, Aerodinâmica e Elétrica, por falta de pessoal.

Após a competição de 2016 a equipe sofreu modificações de pessoal. Os subsistemas mais prejudicados foram Aerodinâmica e Elétrica. Em função disto, iniciaram suas atividades somente após o processo seletivo de novos membros, que ocorreu em março de 2017. A Aerodinâmica iniciou suas atividades ao final de março, contando com 3 integrantes novos e sem experiência como projetistas. Por isso, foi definido que não haveria mudança significativa no kit aerodinâmico, cabendo ao subsistema apenas o estudo de melhorias básicas, dispensando tarefas das etapas iniciais. O subsistema Elétrica, antes de iniciar as atividades propostas pela metodologia de desenvolvimento de produtos, optou por realizar treinamentos para nivelamento de conhecimento entre os projetistas.

A fase conceitual, que deve ser iniciada imediatamente após o encerramento da fase informacional, teve previsão de conclusão para 15 de fevereiro de 2017. Porém, devido às circunstâncias mencionadas anteriormente, este prazo foi cumprido por apenas dois subsistemas. As principais atividades desta fase são a identificação dos problemas essenciais e os estudos técnicos. Estas são indispensáveis para o desenvolvimento da próxima fase. Analisando os gráficos de Gantt, pode-se perceber que o tempo estimado para a conclusão desta fase não foi cumprido por nenhum subsistema.

Na terceira fase do projeto de desenvolvimento se estabelece o projeto de engenharia. O cronograma geral sugere que esta fase seja concluída entre o dia 15 de fevereiro e o dia 22 de abril. Os subsistemas Chassi e Transmissão iniciaram a fase três conforme o cronograma da equipe. Nesta etapa, as principais atividades são a elaboração dos desenhos em CAD e os cálculos e dimensionamentos. Espera-se que estas atividades sejam realizadas no período de 7 semanas, segundo o cronograma da equipe. As demais atividades devem ser continuadas até o lançamento do projeto.

O subsistema que demandou mais tempo de desenvolvimento foi o subsistema de freios, que precisou de reprojeto, se estendendo nesta atividade até a metade do mês de junho. O subsistema Elétrica, por ter iniciado suas atividades tardiamente, optou por realizar projetos simples e, por este motivo teve o tempo de projeto dedicado a desenhos e dimensionamentos reduzido.

A fase de concepção de produto, como mencionado anteriormente, é a que demanda maior tempo de dedicação. Ao início do projeto, a equipe estipulou 17 semanas para a principal atividade desta fase, que é a construção do protótipo, com início previsto para a terceira semana de março. A construção do protótipo foi realizada de acordo com a prioridade de montagem. É importante destacar que nesta fase todos os integrantes da equipe trabalham em conjunto, com o propósito de executar o que foi projetado pelos subsistemas durante as fases anteriores. Esta

fase foi iniciada dentro do prazo previsto, porém ao término deste trabalho não havia sido encerrada. De acordo com o andamento da construção do protótipo, não estão previstos atrasos.

Realizadas as análises, pode-se confirmar que as principais dificuldades da equipe estão relacionadas à gestão do tempo, uma vez que o cronograma elaborado no início do projeto não condiz com a realidade dos subsistemas. Outro aspecto a ser priorizado é a inexperiência dos projetistas. Novos membros ingressam na equipe no período de projeto, sem nenhum conhecimento prévio sobre a metodologia de desenvolvimento de produto ou mesmo sobre as peças a serem projetadas. Apesar disto, não está previsto no cronograma da equipe nenhum tipo de treinamento, demonstrando a ineficiência da gestão do conhecimento da equipe.

#### **4.4 Resultados relacionados às propostas de melhorias**

A partir dos resultados obtidos nas análises do mapeamento de processo e dos gráficos de Gantt, foi possível propor soluções que podem trazer melhorias no processo de desenvolvimento do protótipo. A elaboração dessas propostas foi baseada em conversas informais com os integrantes mais experientes da equipe, além de 3 ex-integrantes, mostrando o problema percebido. Foram realizadas análises de cada proposta de melhoria e como estas podem auxiliar na busca pela solução dos problemas identificados.

A primeira proposta de melhoria foi denominada: Ferramenta de controle de tempo. Um dos principais problemas observados no mapeamento de processos foi a falta de dados confiáveis para a elaboração do cronograma de atividades. Mesmo com 8 anos de existência, a equipe não tem conhecimento de quanto tempo demanda, em média, cada atividade. Assim, o tempo de duração de cada atividade é estimado em semanas. Por ser inferido de forma imprecisa, o cronograma geral da equipe é inconsistente, logo, dificilmente é seguido com precisão pelos alunos integrantes dos subsistemas.

Esta ferramenta foi elaborada pela autora deste Trabalho de Conclusão de Curso no programa Excel. Foi utilizada a ferramenta Macro para automatizar uma tarefa repetitiva. A partir de uma interface simples e interativa é gerado um banco de dados.

Ao utilizar a ferramenta o projetista deve registrar seu nome, o subsistema a que pertence, bem como, a peça que está sendo projetada, a fase e a etapa que está realizando, a data e o período dedicado a ela, conforme Apêndice L. Os dados gerados são registrados em um banco de dados, conforme Apêndice M. Esta ferramenta tem como objetivo registrar, em horas, o tempo dedicado a cada atividade, gerando dados reais, possibilitando assim a gestão do tempo de forma mais efetiva pela equipe.

A partir dos registros gerados nesta ferramenta será possível inferir quanto tempo o projetista carece para a realização de cada atividade, considerando a complexidade da peça e da experiência do projetista. Assim, em longo prazo, será possível estimar com maior precisão o cronograma de atividades da equipe, pois este será baseado em dados reais.

A segunda proposta de melhoria foi denominada: Aquisição de quadro de atividades. Conforme visto no decorrer deste trabalho, o processo de desenvolvimento do protótipo é dividido por subsistemas. Isto dificulta o acompanhamento da evolução do projeto de forma global por parte dos projetistas. Sabendo disto, foi proposta a utilização de um quadro de atividades, onde deverá ser registrada a evolução de cada subsistema, tornando o andamento do processo de conhecimento de todos. O objetivo desta ferramenta é aperfeiçoar a comunicação entre os subsistemas, assim como proporcionar maior motivação e espírito de equipe. Este quadro pode ser solicitado ao Departamento de Engenharia Mecânica, não implicando nenhum investimento para sua aquisição.

A terceira proposta de melhoria foi denominada: Reformulação do processo seletivo. A Competição Formula SAE Brasil ocorre entre os meses de outubro e novembro e, ao final deste período costuma haver grande evasão de integrantes da equipe. Este fato acaba prejudicando o andamento do próximo projeto. Por se tratar de uma atividade de longo prazo, o ideal seria iniciá-lo logo após o final da competição. Tradicionalmente, a seleção de novos integrantes acontece em março, no início do primeiro semestre letivo, deixando a equipe defasada nos cinco primeiros meses de projeto.

Diante disso, sugere-se que o Processo Seletivo seja realizado no mês de agosto, ao início do segundo semestre letivo. Assim, promovendo maior integração entre os novos integrantes e a equipe durante as fases finais do projeto. Além disso, esta medida proporciona o conhecimento sobre as peças que compõem o protótipo, assim como dos processos de fabricação, tornando-os aptos para projetá-las no futuro. Por outro lado, esta mudança assegura um número suficiente de projetistas para iniciar o projeto seguinte e mão de obra na fase de fabricação.

A quarta proposta de melhoria foi denominada: Programa de treinamento. Ao questionar os novos integrantes da equipe sobre suas maiores dificuldades, verificou-se que os mesmos possuem dúvidas relacionadas a dinâmica da equipe, prazos, funções básicas das peças a serem projetadas, noções básicas de fabricação e de como funciona o processo de documentação, além de noções básicas dos softwares utilizados para desenho em CAD e simulações.

Para solucionar este problema, sugere-se a adoção de um programa de treinamentos. Onde os integrantes mais experientes possam realizar palestras e treinamentos sobre as

atividades desempenhadas. O propósito é trazer conceitos de processos de fabricação e noções básicas de desenhos técnicos, além de outras informações necessárias para a realização de um projeto consistente, antes de se iniciar a fase de projeto conceitual.

A quinta proposta de melhoria foi denominada: Controle de qualidade para desenho técnico. Historicamente ocorrem problemas de manufatura relacionados falta de padrão nos desenhos técnicos, como cotas, vistas e escalas, gerando assim atrasos e perdas monetárias. Em vista disto, propõe-se a adoção de um *Check list*, contendo as especificações de desenhos técnicos, de acordo com as determinações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Isso poderá permitir a padronização da elaboração dos desenhos técnicos, além de um método de desenho padrão, conforme Apêndice N. Por fim, sugere-se a seleção de alunos do curso de Desenho Técnico Industrial, para a concepção de um modelo de desenho. Estes alunos também devem ser responsáveis pela inspeção dos desenhos técnicos antes de serem enviados às empresas de manufatura. A partir destas medidas espera-se garantir um padrão de qualidade dos desenhos evitando e, principalmente, eliminar erros de interpretação por parte dos responsáveis pela fabricação das peças.

No total foram realizadas cinco propostas de melhorias. Cada uma delas buscando atenuar os problemas encontrados pela equipe no decorrer do projeto do protótipo. Todas elas são de fácil aplicação e nenhuma delas requer investimentos ou mudanças importantes na dinâmica da equipe, com isso a aplicação de todas é viável.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso foi propor soluções relevantes para problemas detectados no processo de desenvolvimento de produtos utilizados pela equipe Formula UFSM. Para isso foi utilizada a aplicação do mapeamento de processos com foco na análise de tempos.

Com a utilização do mapeamento de processos foi possível identificar os fatores que geram atrasos no processo de desenvolvimento. Os pontos de melhoria detectados estão relacionados à gestão do tempo, rotatividade de membros da equipe e a consequente inexperiência dos mesmos.

Para proporcionar melhorias dos procedimentos operacionais na produção de um protótipo, tornando-o mais competitivo dentro da Competição Formula SAE BRASIL, foram sugeridas cinco propostas. A primeira delas é a utilização de uma ferramenta capaz de levantar o tempo dedicado a cada atividade proposta pela metodologia escolhida pela equipe. Os dados levantados por esta ferramenta deverão ser utilizados para a gestão do tempo.

A terceira proposta de melhoria é a reformulação do processo seletivo da equipe. A forma com que o processo seletivo ocorre atualmente não atende as necessidades da equipe. A autora propõe que o processo seletivo seja antecipado. Desta forma, no momento da realização do projeto conceitual, os novos integrantes estarão em contato com o processo de desenvolvimento.

Assim como a proposta anterior, a quarta e a quinta propostas visam diminuir o impacto que a alta rotatividade e inexperiência causam no resultado final do processo de desenvolvimento de produtos. Elas consistem na elaboração de um programa de treinamentos a ser aplicado aos novos integrantes da equipe, assim como na elaboração de um protocolo de inspeção da qualidade de desenhos técnicos. Como consequência disto, espera-se diminuir a incidência de erros e retrabalhos nas etapas do projeto preliminar e na construção do protótipo.

Por fim, sugeriu-se na proposta dois a aquisição de um quadro informativo, com o objetivo de tornar visível a equipe o andamento de cada subsistema, facilitando assim a comunicação entre eles. De acordo com a realidade da equipe, é possível considerar viáveis todas as cinco propostas, apesar de, em função do tempo disponível neste trabalho, nenhuma delas ter sido colocada em prática.

Os principais recursos de pesquisa utilizados nesta pesquisa foram: revisão bibliográfica e reuniões, assim como a geração de um mapa de processos e gráficos de Gantt para auxiliar as análises. A utilização destas ferramentas possibilitou maior entendimento do problema inicialmente detectado e posteriores sugestões de melhorias.

Assim, pode-se concluir que o objetivo proposto neste trabalho de conclusão de curso foi alcançado. A partir da análise realizada se pôde perceber os pontos de melhorias mais relevantes e se pôde propor melhorias, buscando tornar a equipe mais competitiva. Neste contexto, como sugestão para futuros trabalhos cabe destacar a importância de se trabalhar a gestão do tempo, a partir dos dados levantados com a ferramenta proposta. Por fim, também é conclusivo que este trabalho trouxe benefícios práticos, uma vez que proporcionou a conscientização, por parte dos membros da equipe, sobre a importância da utilização de ferramentas da Engenharia de Produção no processo de desenvolvimento de produtos.

## REFERÊNCIAS

BANDEIRA, L. D.; PRATES, C.C. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.

BARBROW, S.; HARTLINE, M. Performance Measurement and Metrics Process mapping as organizational assessment in academic libraries. **Performance Measurement and Metrics Iss Metrics Iss Performance Measurement and Metrics**, v. 16, n. 1, p. 34–47, 2015.

BONETTI, L. G. **Dimensionamento e validação dos mancais da transmissão de um protótipo do tipo fórmula SAE**. Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CAMPOS, A. L. N. **Modelagem de Processos com BPMN**. 1ed, Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

CAPOTE, G. **Guia para formação de analistas em processos – BPM**. Volume I. 1ª Edição. Rio de Janeiro. 2011

DAMELIO, Robert. **The basics of process mapping**. CRC Press, 2011.

DOEBELI, G.; FISHER, R.; GAPP, R. S.; Using BPM governance to align systems and practice. **Business Process Management Journal**, v.17, p.184-202, 2011.

FORMULA UFSM. Equipe. 2016. Disponível em: < <https://formulaufsm.com/a-equipe/>> Acesso em 10 nov. 2016.

FRAGA, B. O.; FARIA, A. F.; GAVA, R. Mapeamento de processos em um núcleo de inovação tecnológica: O caso da Universidade Federal de Viçosa. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35.. 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: ABEPRO 2015. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_206\\_227\\_27736.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_27736.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2016.

FRANCO, M. M. et. al. Estruturação dos processos dos setores de uma biblioteca universitária utilizando o mapeamento e a modelagem de processos. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_324\\_29360.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_324_29360.pdf)> Acesso: 15 nov.2016.

FSAE. O que é? 2016. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil>> Acesso em 10 nov. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

HURTADO, S. R. B. et al. Aproximações entre Gestão do Conhecimento e Processos de Negócios: uma revisão de literatura a partir do mapeamento dos artigos mais citados na ISI

Web of Science. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas-ISSN 1984-2430**, v. 7, n. 3, p. 57, 2012.

JOHNSTON, R. et al. **Administração de Operações de Serviço**. Editora Atlas, São Paulo, 2002.

KALMAN, H. K. Process Mapping: Tools, Techniques, & Critical Success Factors. **Performance Improvement Quarterly**, v. 15, n. 4, p. 57–73, 2008.

KUNTZER, G. **Análise do sistema de arrefecimento de um protótipo do tipo formula SAE**. Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MARETH, T.; ALVES, T. W.; BORBA, G. S. **Mapeamento de processos e simulação como procedimentos de apoio à gestão de custos: uma aplicação para o processo de registros e matrículas da universidade de Cruz Alta**. 2008. 102f. Dissertação de (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Rio dos Sinos, 2008.

MIGUEL, P. A. C. (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOTRIZ, H. **Development of an internal combustion engine for Formula SAE**. 2015. 172 f. Dissertação (Master) – Escola de Engenharia São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, 2015.

NUNES, A. L. DE P. F.; SILVA, M. B. DA C. S. A extensão universitária no ensino superior e a sociedade. **Mal-Estar e Sociedade**, v. 4, n. 7, p. 119–133, 2011.

OKRENT, M. D., VOKURKA, R. J. Process mapping in successful ERP implementations, **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, n. 8, pp. 637-643, 2004. 15

PAHL, G. et al. **Projeto de Engenharia - Fundamentos do Desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo, Edgard Blücher, 2005.

PINHO, A. F.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. A Integração entre o Mapeamento de Processo e o Mapeamento de Falhas: dois casos de aplicação no setor elétrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 2006. **Anais eletrônicos...Fortaleza**. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006\\_TR470325\\_7242.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR470325_7242.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2016.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86408>>

ROMANO, L. N. **Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas – Planejamento, Projeto e Produção**. 1ª ed. São Paulo, Blucher, 2013.

ROMEIRO, E. F. et al. **Projeto do Produto**. Abepro. São Paulo, Elsevier, 2010.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo.** 1ª ed. São Paulo, Saraiva, 2006.

ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por processos.** In: CARVALHO, M.; PALADINI, E. P., *Gestão da Qualidade: teorias e casos.* 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier 2005.

SAEBRASIL. Programas Estudantis, O que é Fórmula?. Projeto Fórmula SAE 2016. Disponível em: <[http://www.saebrasil.org.br/eventos/programas\\_estudantis/formula.aspx](http://www.saebrasil.org.br/eventos/programas_estudantis/formula.aspx)>. Acesso em: nov. 2016.

SANTOS, J. B.; LIMA, J. P. Uso de mapeamento de processo na análise da produção de um suporte de luminárias em uma empresa do setor metal – mecânico. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em:

SANTOS, J. B.; LIMA, J. P. Gerenciamento de processos para melhora da prestação do serviço público: um estudo de caso em um órgão público na cidade de Belém. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WIC\\_226\\_323\\_29526.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_226_323_29526.pdf)> Acesso em: nov. 2016.

SILVA, R. W.; OLIVEIRA I. S. Mapeamento de processos e benchmarking para o aprimoramento dos resultados de uma indústria cerâmica. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_323\\_30146.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_30146.pdf)> Acesso em: nov. 2016.

SILVA, J. S. **O Mapeamento de Processos Organizacionais no Setor Público: Estudo de caso do escritório de processos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.** Curso de Gestão de Políticas Públicas, Departamento de Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção Atlas.** São Paulo, 2008.

TRKMAN, P. The critical success factors of business process management. **International Journal of Information Management**, v.30, p.125-134, 2010.

VALERIANO, D. L. **Gerência em Projetos – Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia.** São Paulo. Makron Books do Brasil, 1998.

VOLPATO, B. F. et. al. Mapeamento de processos: um estudo de caso em uma indústria de produção de fios singelos. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31.. 2011, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: ABEPRO 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_135\\_855\\_17737.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_855_17737.pdf)> Acesso em: nov. 2016.

WHITE, G. R. T.; CICMIL, S. Knowledge acquisition through process mapping. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 3, p. 302–323, 2016.

## **QUESTIONÁRIO ATIVIDADES ESPECÍFICAS**

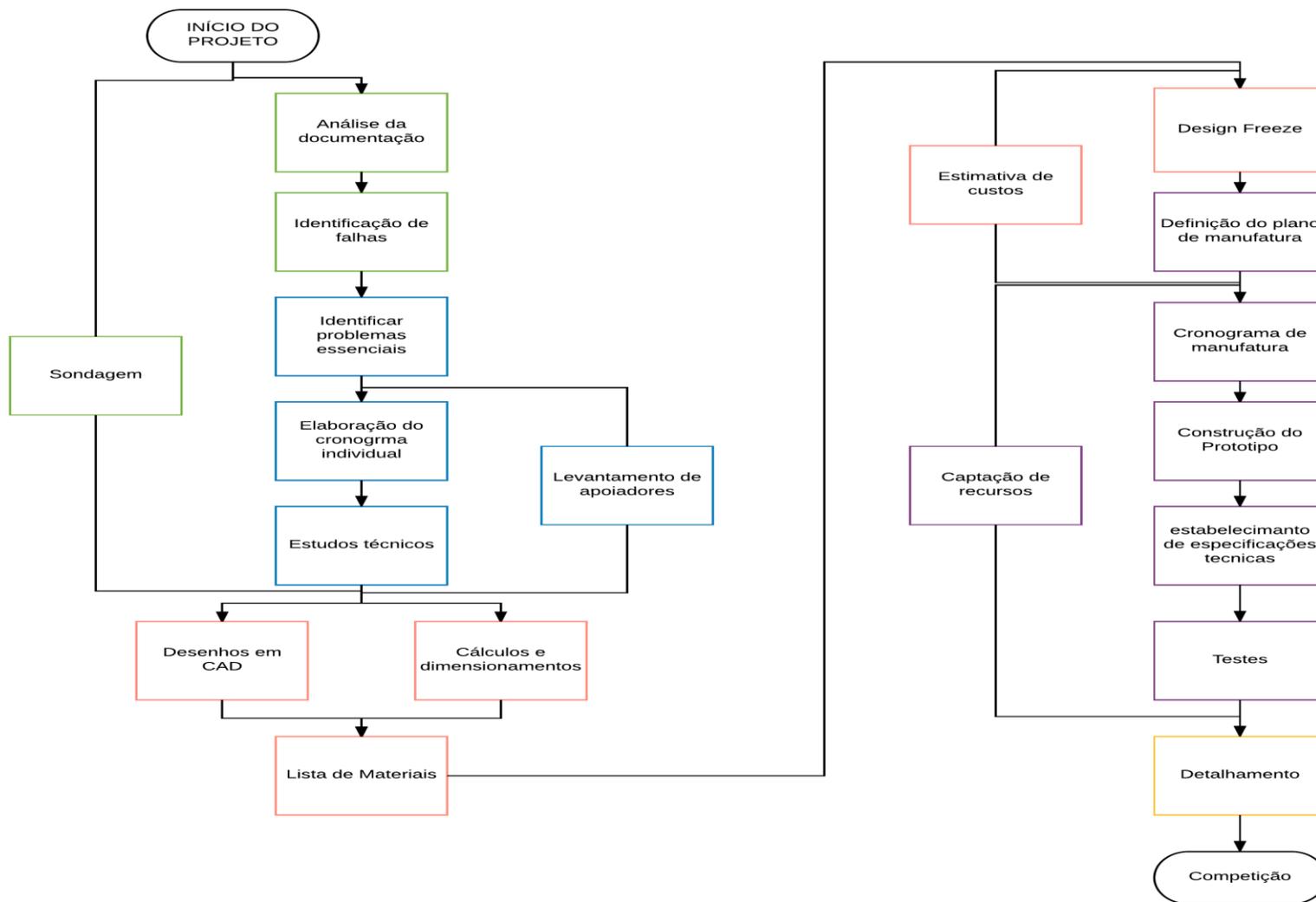
### **Aplicado aos chefes de cada subsistema**

- 1) Qual subsistema você representa?
- 2) Seu subsistema utiliza a metodologia de desenvolvimento de produto proposta pela equipe?
- 3) Se sua resposta à pergunta anterior foi sim, quais são as principais atividades desempenhadas pelos projetistas na FASE 1: Planejamento / Projeto informacional?
- 4) Quais são as principais atividades desempenhadas pelos projetistas na FASE 2: Especificações / Projeto Conceitual?
- 5) Quais são as principais atividades desempenhadas pelos projetistas na FASE 3: Produto / Projeto preliminar?
- 6) Quais são as principais atividades desempenhadas pelos projetistas na FASE 4: Concepção do produto / Projeto Detalhado?
- 7) Quais são as principais atividades desempenhadas pelos projetistas na FASE 5: Detalhamento Completo?
- 8) De maneira geral, na sua opinião, quais as maiores dificuldades enfrentadas pelos projetistas? Estas dificuldades acabam gerando atrasos?

APÊNDICE B - Formulário para levantamento de dados

FASE 1: Planejamento / levantamento de informações			
O QUE?	COMO?	QUANDO?	QUEM?
Análise do projeto do ano anterior			
Levantamento de oportunidades			
Análise do regulamento			
Determinação de quais peças/partes serão reprojctadas/melhoradas			
Determinação de quais serão estas melhorias (METAS)			
Análise das outras equipes			
Existe outra atividade nesta etapa? quais?			
FASE 2: Especificações / Projeto Conceitual			
O QUE?	COMO?	QUANDO?	QUEM?
Identificação dos problemas essenciais			
Estudos técnicos / Benchmarking			
Elaboração da lista de possíveis apoiadores			
Qual a complexidade do projeto das peças/partes a serem reprojctadas?			
Qual a complexidade de manufatura das peças/partes a serem reprojctadas?			
Elaboração do cronograma individual			
Existe outra atividade nesta etapa? quais?			
FASE 3: Produto / Projeto preliminar			
O QUE?	COMO?	QUANDO?	QUEM?
Desenhos em CAD			
Calculos e dimensionamentos			
Simulações (quais e em quais softwares)			
Seleção / determinação de lista de materiais			
Estimativa de custos			
Design freeze			
Existe outra atividade nesta etapa? quais?			
FASE 4: Concepção do produto / Projeto Detalhado			
O QUE?	COMO?	QUANDO?	QUEM?
Definição do plano de manufatura (cronograma)			
Definição do plano de manufatura (como vai ser manufaturado)			
Captação de recursos			
Construção do Protótipo			
Estabelecimento e especificações técnicas			
Testes (quais e quando)			
Existe outra atividade nesta etapa? quais?			
FASE 5: Detalhamento Completo			
O QUE?	COMO?	QUANDO?	QUEM?
Registro de lições aprendidas			
Elaboração de relatórios			
Levantamento de documentação			
Existe outra atividade nesta etapa? quais?			

# APÊNDICE C - Mapa do processo inicial

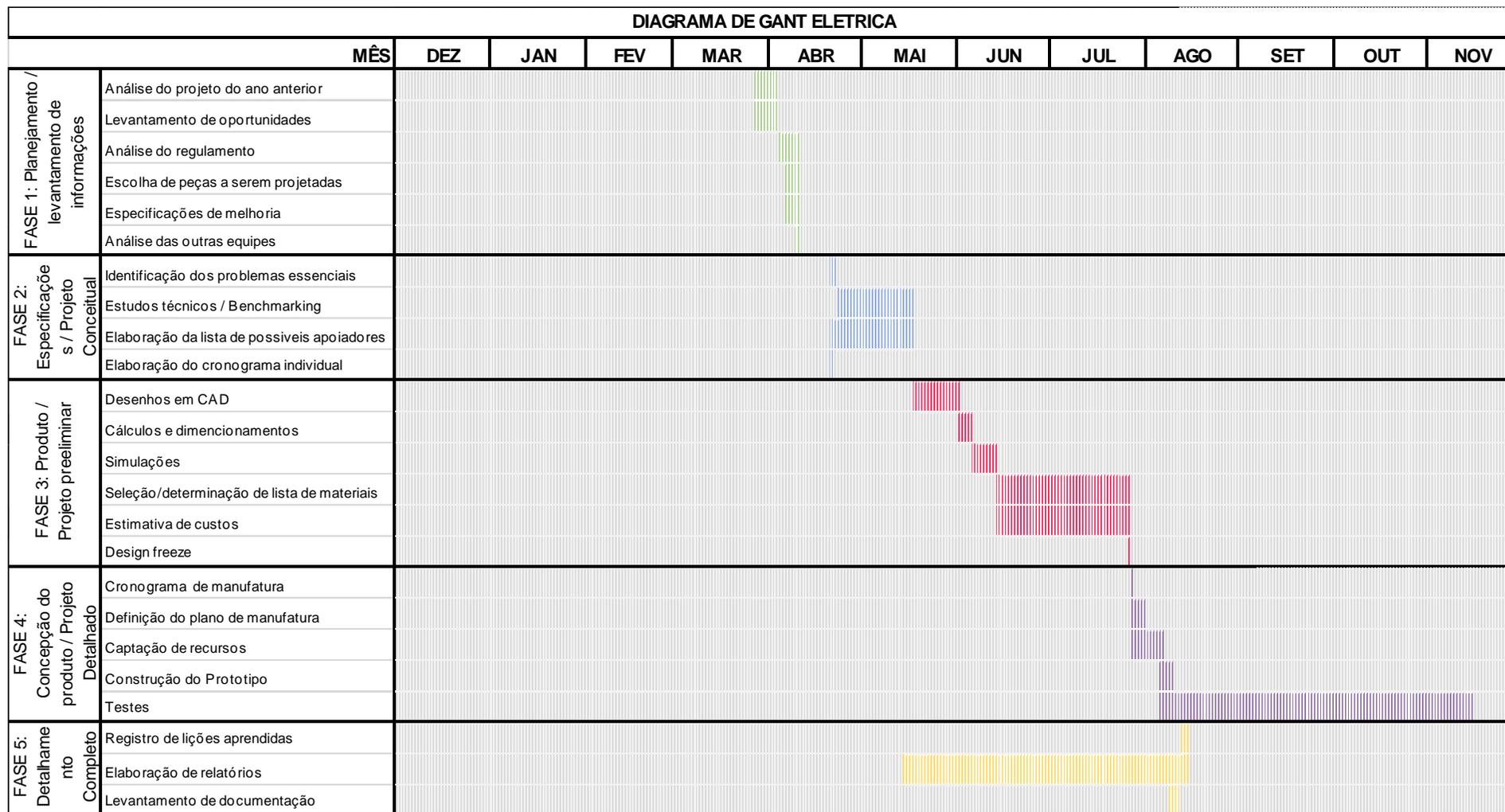








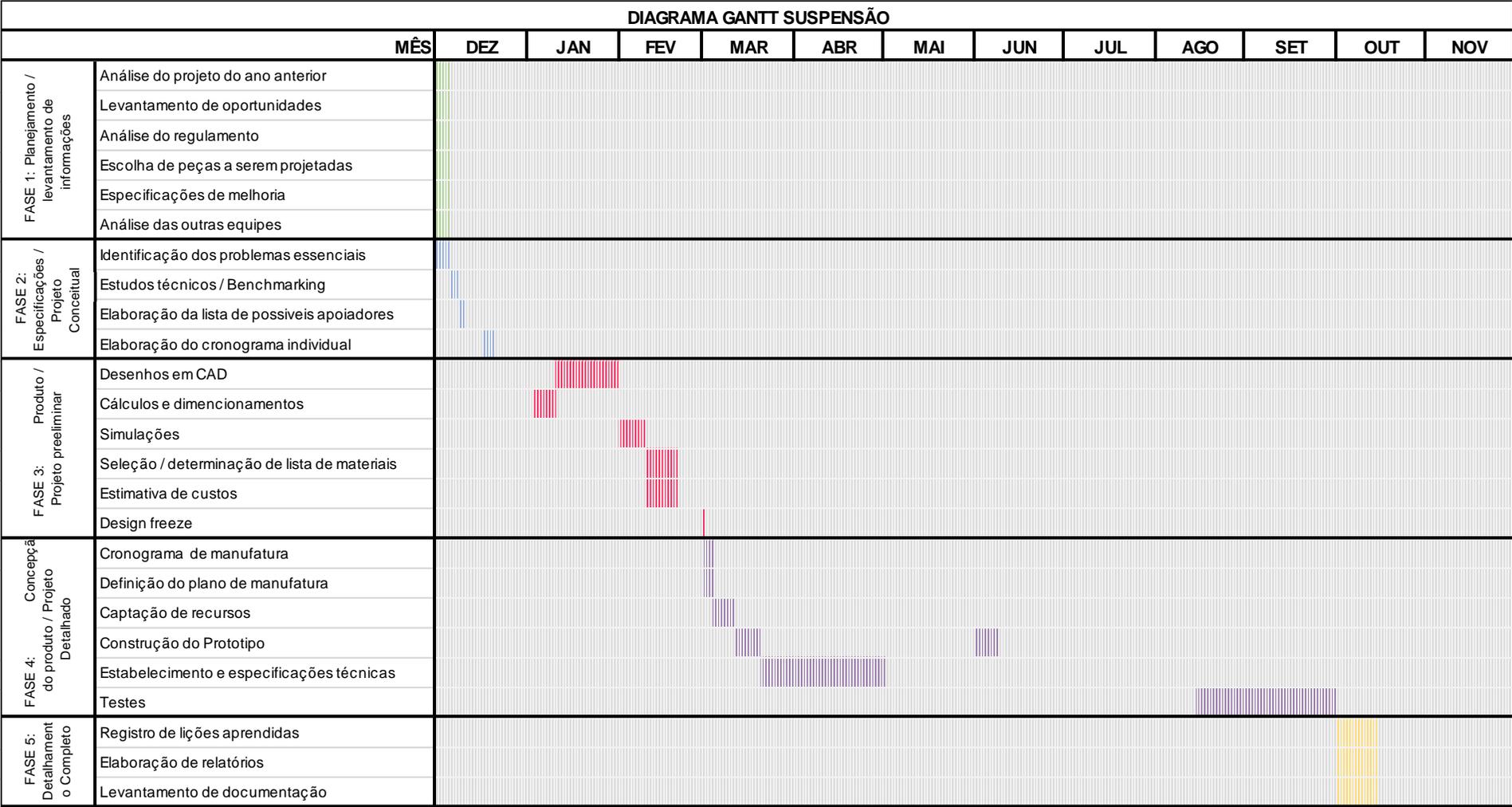
APÊNDICE G - Diagrama de Gantt – Elétrica







APÊNDICE J - Diagrama de Gantt - Suspensão





APÊNDICE L - Ferramenta para controle de tempo - interface



<b>Subsistema</b>			
<b>Nome</b>			
<b>Fase</b>		<b>Etapa</b>	
<b>Peça a ser projetada:</b>			
<b>TEMPO DE PROJETO</b>			
<b>Data</b>		<b>Início</b>	
		<b>Fim</b>	
			<b>LIMPAR</b>
			<b>SALVAR</b>



## **GUIA BÁSICO PARA DESENHO TÉCNICO**

### **1) Orientações essenciais e uteis para projetistas**

Conhecimentos necessários aos desenhistas:

- Detalhamento de funções esperadas da peça a ser projetada;
- Materiais que apresentem as propriedades conforme as necessidades da peça;
- Métodos de fabricação ideais para o tipo de material a ser utilizado;
- Noções básicas de desenho técnico;
- Noções básicas do software a ser utilizado;
- Domínio de relações esboço e montagem (colinear, horizontal, vertical, coincidente, largura, ângulo, etc.)
- Domínio do módulo de chapa metálica do software utilizado (CREO ou *SolidWorks*):
  - Dedução de dobra;
  - Fator de deformação (K);
  - Raio de dobra (ferramentas disponíveis) e espessuras aplicáveis;
  - Planificação;
  - Salvar em no formato .dxf na escala correta;
  - Detalhar com tabela de dobras, vista planificada e posições de dobra conforme orientação de produção, vistas em 3D para conferência.
- Transformação de parafusos, porcas e arruelas da Toolbox em peças para montagens.

### **2) Elementos fundamentais de Desenho técnico**

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| ✓ Linhas (tipos de traços) | ✓ Tolerâncias  |
| ✓ Escalas                  | ✓ Perspectivas |
| ✓ Cotas                    | ✓ Medidas      |
| ✓ Vistas                   |                |
| ✓ Cortes                   |                |

### 3) Folha de Carimbo

NOME DA PEÇA	CAPAVOLANTE	CODIGO	Capa Volante	
SUBSISTEMA	Elétrica	MATERIAL	Nylon	
	PROJETO	Daniel Schreiner	QUANT.	2
	REVISÃO		ESCALA	0.5
	DATA	Apr-23-16		

### 4) Normalização

No Brasil há uma série de normas técnicas (NBRs) estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As NBRs, que estão de acordo com a ISO (*International Organization for Standardization*). Estabelecem regras, diretrizes, características ou orientações sobre determinado material, produto, processo ou serviço). Estas normas regem a linguagem de desenho técnico em seus mais diversos parâmetros:

- NBR 10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico
- NBR 10068 – Layout e dimensões da folha de desenho;
- NBR 10126 – Emprego de cotas em desenho técnico;
- NBR 10582 – Apresentação da folha para desenho técnico
- NBR 10647 – Norma geral de Desenho Técnico;
- NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho
- NBR 13142 – Dobramento da folha;
- NBR 6371 – Tolerâncias gerais de dimensões lineares e angulares
- NBR 6409 – Tolerâncias geométricas - Tolerâncias de forma,
- NBR 6492 – Representação de projetos arquitetônicos;
- NBR 8196 – Emprego da escala em desenho técnico;
- NBR 8402 – Definição da caligrafia técnica em desenhos;
- NBR 8403 – Aplicação de linhas para a execução de desenho técnico;
- NBR 8404 Indicação do estado de superfícies em desenho técnico
- NBR 8993 Representação convencional de partes roscadas em desenhos técnicos. Orientação, posição e batimento - Generalidades, símbolos, definições E indicações em desenho

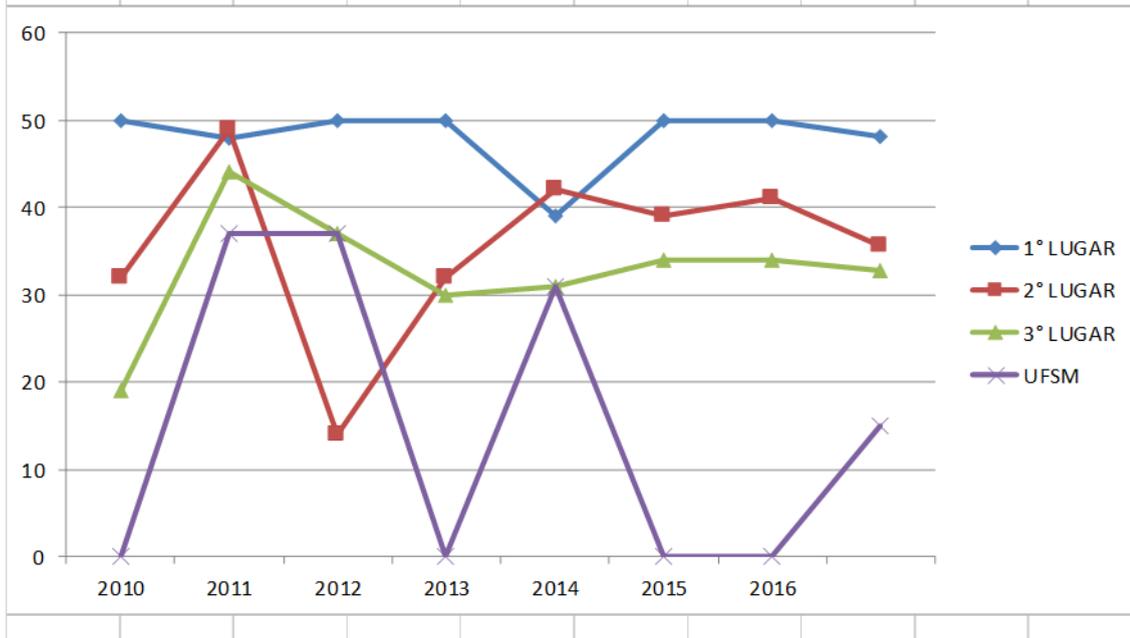
### 5) Um projeto só estará pronto após...

- ✓ Modelagem 3D;
- ✓ Preenchimento do *Bill of Materials* (BOM)
- ✓ Montagem 3D

- ✓ Detalhamento de peças de acordo com os padrões Formula UFSM (código, nomenclatura e outras especificações)
- ✓ Inspeção de Qualidade de desenho técnico
- ✓ Exportação de arquivos, em formatos específicos para cada tipo de fabricação (exemplo: planificação limpa .dxf para corte a laser de peças)
- ✓ Exportação de detalhamentos para PDF.

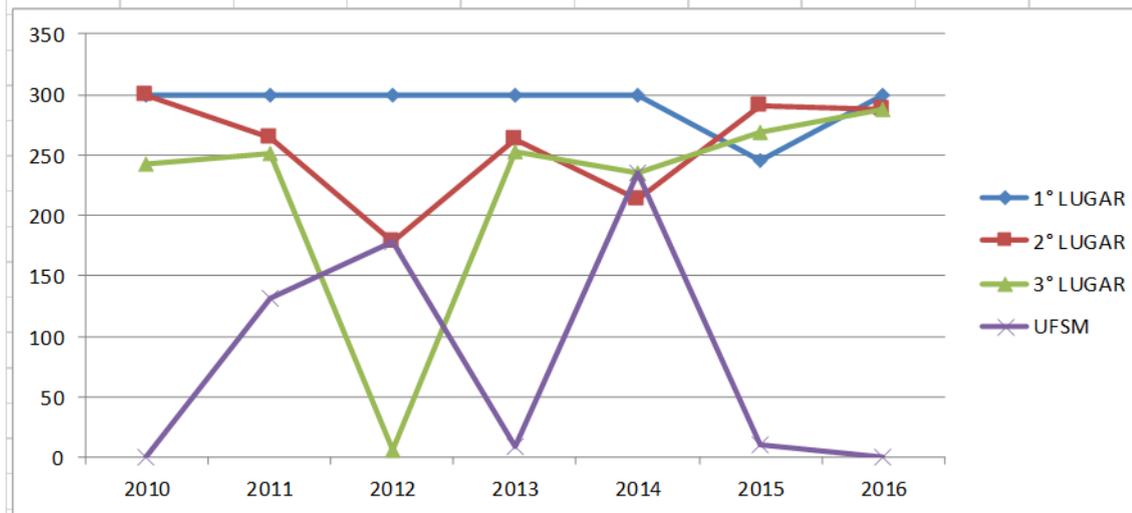
ANEXO A– Indicadores prova *Skidpad*

Skidpad									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Média	Mínima
1	50	48	50	50	39	50	50	48,14286	39
2	32	49	14	32	42	39	41	35,57143	14
3	19	44	37	30	31	34	34	32,71429	19
UFSM	0	37	37	0	31	0	0	15	0



ANEXO B - Indicadores prova Enduro

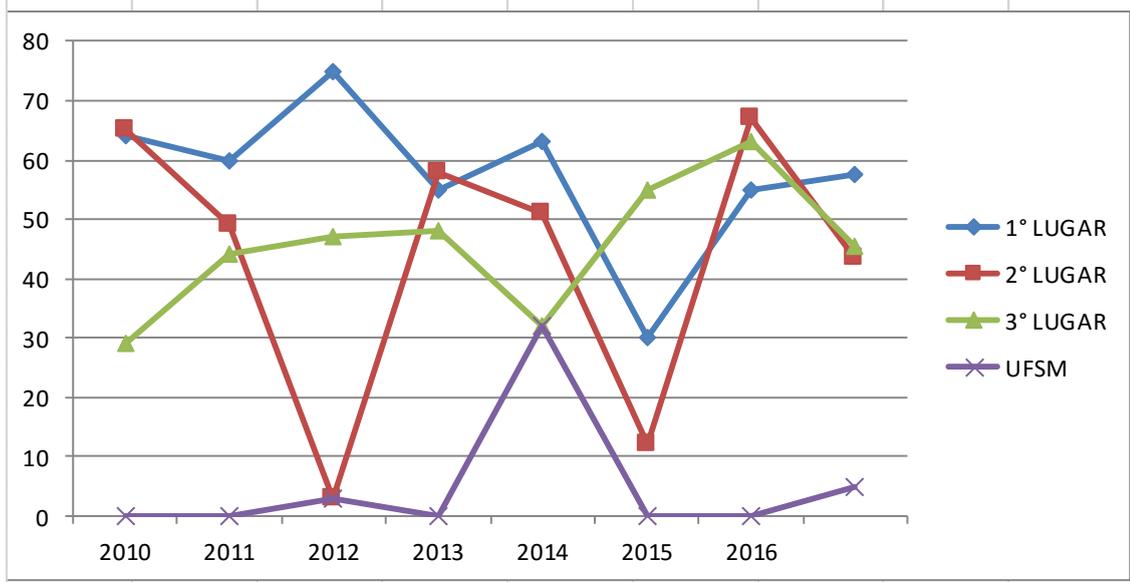
Enduro									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Média	Mínima
<b>1</b>	300	300	300	300	300	245	300	292,1429	245
<b>2</b>	299	264	178	263	213	291	288	256,5714	178
<b>3</b>	243	251	6	252	235	269	287	220,4286	6
<b>UFSM</b>	0	131	178	9	235	11	0	80,57143	0



5% de chance de estar no pódio sem completar o enduro  
 0% de chance de estar no pódio sem correr o enduro

ANEXO C – Indicadores prova de aceleração

Aceleração									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Média	Mínima
<b>1</b>	64	60	75	55	63	30	55	57,42857	30
<b>2</b>	65	49	3	58	51	12	67	43,57143	3
<b>3</b>	29	44	47	48	32	55	63	45,42857	29
<b>UFSM</b>	0	0	3	0	32	0	0	5	0



Todas as vezes que pontuamos, estivemos no pódio há 0% de chance de ser pódio sem correr a prova