



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04  
de dezembro 2020

## Mapeamento de Processos no Projeto de Extensão Fórmula UFSM

**Matheus Binotto Francescatto**

Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria

**Lais Catarine Kerber**

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Federal de Santa Maria

**Cristiano Roos**

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Federal de Santa Maria

**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 Fórmula SAE Brasil.

**Palavras-chave:** Mapeamento de Processos, Desenvolvimento de Produtos, Extensão Universitária.

## Processes Mapping in the Extension Project Formula UFSM

**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, 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). 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 e, 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 *et al.*, 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.

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.

Neste contexto, o presente trabalho trata do mapeamento de processos dentro do Projeto Formula UFSM, sendo um tema derivado de um problema de pesquisa ascendente de ordem prática 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.

## 2. Referencial teórico

Neste tópico são apresentados 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 alcançaria a qualidade do todo (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).

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 *et al.*, 2008).

## **2.2 Mapeamento de processos**

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.

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 (2005), que sugere 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. 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.

Para Pinho *et al.*, (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).

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 *et al.*, 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.

Além de gerar uma compreensão de processos de negócios e identificar melhorias, o mapeamento de processos pode ser utilizado para possibilitar a gestão do conhecimento, retendo o capital de conhecimento, bem como facilitando 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, 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, 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 às necessidades de seu projeto.

### **3. Metodologia**

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). 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.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, 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 pré-estruturadas. É importante salientar que neste trabalho foram estudados somente as subequipes que realizam o desenvolvimento de produto.

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, 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. Análises e resultados**

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

#### **4.1 Identificação do problema**

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.

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, que foram levantados e analisados pelo capitão, que estabeleceu os principais objetivos da equipe para o ano de 2017, os quais são: 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 que, 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.

## 4.2 Mapeamento dos processos

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. Assim, para facilitar a visualização, atribuiu-se cores a cada uma das fases, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Macroprocessos

Fases principais do Desenvolvimento de Produto		
	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

Fonte: Autores (2020)

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 e 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.

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 tem início 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, garantindo 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, no 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 é realizada até a data que antecede a competição e 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. 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.

### **4.3 Análise dos dados e das informações**

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, dedicando-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, 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.

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 Proposta de melhorias**

A partir dos resultados obtidos nas análises do mapeamento de processo e dos gráficos de Gantt, foi proposto soluções que podem trazer melhorias no processo de desenvolvimento do protótipo.

A primeira proposta de melhoria foi o inclusão de uma Ferramenta de Controle de Tempo, pois um dos principais problemas observados no mapeamento de processos foi a falta de dados confiáveis para a elaboração do cronograma de atividades. 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 a 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 a Aquisição de um 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 registada 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.

A terceira proposta de melhoria a Reformulação do Processo Seletivo, de forma a assegurar um número suficiente de projetistas para iniciar o projeto seguinte e mão de obra na fase de fabricação. 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, o que 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. Promovendo maior integração entre os novos integrantes e a equipe durante as fases finais do projeto. Além disto, esta medida proporciona o conhecimento sobre as peças que compõem o protótipo, assim como os processos de fabricação, tornando-os aptos para projetá-las no futuro. Ademais, 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 é a implementação de um Programa de Treinamento. 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 iniciar a fase de projeto conceitual. 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 iniciar a fase de projeto conceitual.

A quinta proposta de melhoria é o Controle de Qualidade para Desenho Técnico, a fim de garantir um padrão de qualidade dos desenhos enviados para a fábrica e, principalmente, eliminar erros de interpretação por parte dos responsáveis pela fabricação das peças. 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 *Checklist*, 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. 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 e eliminar erros de interpretação por parte dos responsáveis pela fabricação das peças.

## **5. Conclusão**

O objetivo principal desta pesquisa foi propor soluções relevantes para problemas detectados no processo de desenvolvimento de produtos utilizados pela equipe Formula UFSM. Para isto 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.

Assim, pode-se concluir que o objetivo proposto neste trabalho foi alcançado. A partir da análise realizada se pôde perceber os pontos de melhorias mais relevantes e se pôde propor mudanças, 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

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.

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.

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

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

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.

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.

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.

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.

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: <[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.

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**. São Paulo: Ed. Atlas, 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.