

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

Patrick Metzner Morais

Desenvolvimento de um sistema automotivo de aquisição de dados através do uso de técnicas de *lean startup* e gerenciamento ágil de projetos

Florianópolis

2019

Patrick Metzner Morais

Desenvolvimento de um sistema automotivo de aquisição de dados através do uso de técnicas de *lean startup* e gerenciamento ágil de projetos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título em Engenharia Elétrica, habilitação em Produção.

Orientador: Prof. Glauco Garcia M. P. da Silva, Dr.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Morais, Patrick Metzner

Desenvolvimento de um sistema automotivo de aquisição de dados através do uso de técnicas de lean startup e gerenciamento ágil de projetos / Patrick Metzner Moraes ; orientador, Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, 2019.

52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

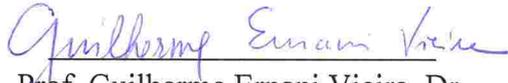
1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Engenharia de Produção Elétrica. 3. Lean Startup. 4. SCRUM. 5. MVP. I. Silva, Glauco Garcia Martins Pereira da . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.

Patrick Metzner Morais

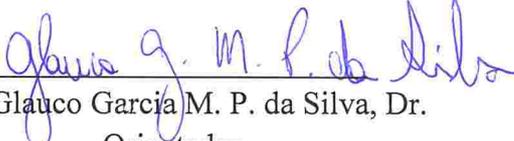
Desenvolvimento de um sistema automotivo de aquisição de dados através do uso de técnicas de *lean startup* e gerenciamento ágil de projetos

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado, em sua forma final, pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.

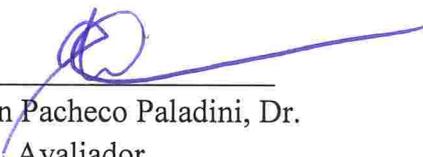
Florianópolis, 22 de novembro de 2019.


Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Coordenador do Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:


Prof. Glauco Garcia M. P. da Silva, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Artur Santa Catarina Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Técnicas de gerenciamento ágil de projetos, assim como conceitos relacionados à *lean startup* têm o potencial de auxiliar no desenvolvimento de produtos e reduzir os riscos da abertura de um novo negócio. Este trabalho de conclusão de curso tem o objetivo desenvolver o mínimo produto viável (MVP) de um sistema automotivo de aquisição de dados utilizando uma versão adaptada do *framework* SCRUM em conjunto com o ciclo construir-medir-aprender (ciclo de *feedback*) da *lean startup*, reduzindo os riscos de fracasso e maximizando as chances de sucesso do mesmo, caso este seja de fato lançado no mercado. Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória e se caracteriza como uma pesquisa aplicada. O procedimento técnico deste trabalho se caracteriza como uma pesquisa-ação e tem um caráter qualitativo. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram realizadas quatro iterações do ciclo de *feedback* do método da *lean startup*. Em busca de melhor adequar o produto às necessidades de seus potenciais clientes, uma nova versão parcial do produto funcionando foi entregue ao final de cada ciclo, levando ao desenvolvimento bem-sucedido do MVP do sistema automotivo de aquisição de dados.

Palavras chave: *Lean Startup*. SCRUM. Mínimo Produto Viável. MVP.

ABSTRACT

Agile project management techniques, as well as lean startup related concepts have the potential to help the development of products and reduce the risk of opening a new business. The goal of this course conclusion work is to develop the minimum viable product (MVP) of an automotive data acquisition system using an adapted version of the SCRUM framework together with the lean startup build-measure-learn cycle (feedback cycle), reducing the risk of failure and maximizing the chances of success in case it is launched in the market. This work can be classified as an exploratory research and is characterized as an applied research. The technical procedure of this work is characterized as an action research and has a qualitative character. During the development of this work, four iterations of the lean startup feedback cycle were accomplished. Looking for better adapting the product to its potential customer's needs, a new partial version of the product was delivered at the end of each cycle, leading to the successful development of the automotive data acquisition system's MVP.

Key words: *Lean Startup*. SCRUM. Minimum Viable Product. MVP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Protótipo TR18 desenvolvido pela equipe Fórmula UFSC.....	16
Figura 2 - Representação de uma <i>sprint</i> no framework SCRUM.	22
Figura 3 - Exemplo de quadro SCRUM criado utilizando Trello.	22
Figura 4 - Ciclo de <i>feedback</i> (construir-medir-aprender).....	24
Figura 5 - Efeito de baixas taxas de amostragem na coleta de sinais.....	30
Figura 6 – Estrutura da pesquisa-ação.....	31
Figura 7 - Sistema de aquisição de dados implementado até dezembro de 2018.	34
Figura 8 - Quadro SCRUM do projeto do sistema de aquisição de dados.....	36
Figura 9 - <i>Check list</i> de um card do <i>backlog</i> do projeto.....	36
Figura 10 - MVP após a terceira iteração do ciclo de <i>feedback</i>	44
Figura 11 – Placa de circuito impresso do sistema de aquisição de dados.	45
Figura 12 - MVP após a quarta iteração do ciclo de <i>feedback</i>	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de aquisição de dados de telemetria em Hertz (Hz).	30
Quadro 2 – Resumo das iterações do ciclo de <i>feedback</i>	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC - Analog to Digital Converter

AIC - Autódromo Internacional de Curitiba

FSAE - Fórmula SAE

GPS - Global Positioning System

Hz - Hertz

i2c - Inter-Integrated Circuit

ms – Milissegundos

MVP - Minimum Viable Product

PC - Personal Computer

SAE - Society of Automotive Engineers

SD - Secure Digital

SPI - Serial Peripheral Interface

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

USART - Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	GERENCIAMENTO ÁGIL DE PROJETOS	19
2.1.1	SCRUM	20
2.2	<i>LEAN STARTUP</i>	23
2.2.1	Origem e conceitos básicos	23
2.2.2	Ciclo de <i>feedback</i> (construir-medir-aprender)	23
2.2.2.1	<i>Construir</i>	24
2.2.2.2	<i>Medir</i>	25
2.2.2.3	<i>Aprender</i>	25
2.3	AQUISIÇÃO DE DADOS PARA AUTOMOBILISMO	26
2.3.1	Categorias de aquisição de dados	26
2.3.2	Categorias de dados	28
2.3.3	Dados básicos e suplementares	28
2.3.4	Taxa de aquisição de dados	29
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
3.1	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	31
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO	31
3.3	MÉTODO	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35

4.1	ADAPTAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> SCRUM AO PROJETO.....	35
4.2	APLICAÇÃO DO MÉT <small>o</small> DO <i>LEAN STARTUP</i>	37
4.2.1	Primeira iteração do ciclo de <i>feedback</i>.....	37
4.2.1.1	<i>Construir</i>	38
4.2.1.2	<i>Medir</i>	39
4.2.1.3	<i>Aprender</i>	40
4.2.2	Segunda iteração do ciclo de <i>feedback</i>	40
4.2.2.1	<i>Construir</i>	40
4.2.2.2	<i>Medir</i>	41
4.2.2.3	<i>Aprender</i>	42
4.2.3	Terceira iteração do ciclo de <i>feedback</i>	42
4.2.3.1	<i>Construir</i>	43
4.2.3.2	<i>Medir</i>	43
4.2.3.3	<i>Aprender</i>	44
4.2.4	Quarta iteração do ciclo de <i>feedback</i>	45
4.2.4.1	<i>Construir</i>	45
4.2.4.2	<i>Medir</i>	46
4.2.4.3	<i>Aprender</i>	47
4.3	Resumo e análise dos resultados do desenvolvimento do produto.....	47
5	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Seja pela identificação de uma nova oportunidade de negócios ou por necessidade, muitas pessoas buscam, através da abertura de um novo negócio, uma melhoria de qualidade de vida e aumento de renda (SEBRAE, 2014). Segundo SEBRAE (2016), em 2012, mais de 1,5 milhões de novas empresas foram constituídas no Brasil nos setores de indústria, comércio, serviços e construção e 90% dos empreendedores que permanecem no mercado após dois anos da abertura de seus negócios dizem estar satisfeitos com a opção de empreender (SEBRAE, 2014). A liberdade e independência, somada ao retorno financeiro são apontados como os principais motivos para a satisfação com o negócio (SEBRAE, 2014).

Apesar disso, segundo Blank (2013), a abertura de um novo negócio está atrelada à grandes riscos. Aproximadamente 45% das empresas fundadas entre 2008 e 2009 fecharam suas portas nos primeiros dois anos de atividade (SEBRAE, 2016), gerando frustração e prejuízo financeiro aos empreendedores (SEBRAE, 2014). Desta forma, é prudente que, antes do início de um novo empreendimento, seja realizado um estudo para identificar ferramentas que possam contribuir para a boa performance do negócio, como é o caso dos conceitos de manufatura enxuta (*lean*), assim como metodologias ágeis de gerenciamento de projeto.

Os princípios do *lean* estão fundamentados na cultura de melhorias contínuas, visando a eliminação de desperdícios para aumentar a entrega de valor ao cliente (WOMACK; JONES, 2003). A eficiência da aplicação desses princípios foi inicialmente constatada na indústria automotiva japonesa, motivando outros setores da indústria a utilizar os mesmos conceitos de maneira adaptada aos seus próprios negócios (RIES, 2012).

Em 2012 a utilização dos conceitos de *lean* no contexto de empreendedorismo ganhou força com o lançamento da obra *The Lean Startup* de Eric Ries. Segundo Ries (2012), os conceitos de *lean startup* podem ser aplicados nos mais variados ramos de negócios e vêm sendo amplamente utilizados ao longo do processo de abertura de novos empreendimentos, reduzindo os riscos deste tipo de cenário (BLANK, 2013).

Assim como os princípios de *lean*, as teorias por trás das metodologias ágeis de gerenciamento de projetos podem ser aplicadas em diferentes ramos da indústria, como é o caso do desenvolvimento de *softwares* ou então para o desenvolvimento de *hardwares* e produtos. Em algumas situações, a aplicação desses tipos de metodologias pode gerar ganhos de produtividade que variam de 300% a 800% (SUTHERLAND, 2014).

Para o desenvolvimento ágil são necessárias que versões funcionais do produto sejam entregues em intervalos regulares de tempo (DANTAS, 2003). As entregas devem ser rápidas e contínuas e são mais importantes do que extensas documentações ao longo do desenvolvimento do projeto (BECK et al., 2001). O progresso do projeto deve ser medido de acordo com as entregas parciais que são feitas ao longo de sua execução.

1.2 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Universidades em geral são polos de pesquisa e desenvolvimento de projetos nas mais variadas áreas. A proximidade física entre laboratórios, empresas juniores, grupos de estudos e equipes de competições universitárias, formam um ambiente rico em conhecimento e propício ao desenvolvimento de novos produtos tenham o potencial atender necessidades específicas do mercado, possibilitando o início de novos empreendimentos.

Um exemplo disso é o sistema automotivo de aquisição de dados que vêm sendo desenvolvido junto à equipe Fórmula UFSC em busca de validar dados de projeto e manter um registro de utilização do veículo construído pelo time, apresentado na Figura 1. Produtos como este, são utilizados por equipes de competições automobilísticas, praticantes profissionais e amadores de automobilismo, assim como montadoras e projetistas de automóveis, para adquirir dados relacionados ao funcionamento de diversos subsistemas dos veículos quando submetidos à diferentes situações de uso.

Figura 1 - Protótipo TR18 desenvolvido pela equipe Fórmula UFSC.



Fonte: Acervo digital da equipe Fórmula UFSC.

Informação é um dos recursos mais importantes para times de competições automotivas (SEGERS, 2014) e são essenciais para que se entenda como a performance de um automóvel é afetada de acordo com alterações de projeto ou configurações de cada subsistema do conjunto. Dependendo da demanda do mercado por sistemas de telemetria, assim como o custo para se desenvolver e produzir os equipamentos de coleta de dados, o projeto da equipe Fórmula UFSC tem o potencial de evoluir para um produto economicamente viável e dar início a um novo negócio.

Para não fazer parte do grande número de empresas que fecham suas portas nos primeiros anos de funcionamento, caso seja decidido lançar este produto no mercado, será necessária a realização de uma pesquisa de mercado para entender como o sistema de aquisição de dados da equipe Fórmula UFSC se compara com outros já existentes no mercado, além de testar a aceitação do público com relação ao novo produto. Conceitos de *lean startup*, aliados a técnicas de gerenciamento ágil de projetos podem auxiliar neste processo de avaliação do mercado, assim como nortear a continuação do desenvolvimento do sistema caso haja a necessidade de melhor adaptar o produto às demandas dos consumidores.

Mesmo sendo aplicável a projetos variados, ao buscar informações a respeito da utilização de métodos ágeis para gerenciar o desenvolvimento *hardwares*, como é o caso do sistema apresentado, poucos materiais relevantes sobre o assunto são encontrados. Diversos trabalhos acadêmicos e científicos tratam apenas da implementação desses métodos para gerenciar o desenvolvimento de *softwares*, abrindo espaço para que uma monografia a respeito da utilização dessas técnicas para o desenvolvimento de um produto físico, contribua para a geração e disseminação de conhecimentos a respeito da aplicação de desenvolvimento ágil, assim como a utilização do método *lean startup*, fora da indústria de *software*.

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho podem ser classificados como objetivo geral e objetivos específicos. Segue abaixo a descrição de cada um deles.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é desenvolver um mínimo produto viável (MVP - sigla em inglês) de um sistema automotivo de aquisição de dados baseado do projeto desenvolvido junto à equipe Fórmula UFSC, reduzindo os riscos de fracasso e maximizando as chances de sucesso do mesmo, caso este seja de fato lançado no mercado.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aplicar técnicas do *framework* SCRUM para agilizar o desenvolvimento do produto;
- Aplicar ciclo de *feedback* (construir-medir-aprender) do método *lean startup* para melhor entender a demanda do mercado e identificar as necessidades do público alvo para o produto.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco capítulos que abordam as diferentes etapas necessárias para atingir os objetivos colocados anteriormente. Abaixo encontra-se uma breve descrição de cada um dos capítulos desta monografia.

O primeiro capítulo foi utilizado para situar o leitor a respeito do problema estudado. Este capítulo também apresenta brevemente o projeto a ser desenvolvido, assim como objetivos e justificativa para o desenvolvimento deste trabalho.

O embasamento teórico que dá suporte ao conteúdo deste trabalho pode ser encontrado no segundo capítulo. Esta etapa do trabalho trata de explicar os conceitos e técnicas por trás do gerenciamento ágil de projetos, do método da *lean startup*, assim como a aquisição e análise de dados de veículos.

O terceiro capítulo contém a explicação da metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Nessa seção o trabalho é classificado com relação ao tipo de pesquisa e também são detalhadas as etapas do procedimento metodológico.

Os resultados do desenvolvimento do projeto são apresentados no quarto capítulo do trabalho. Ao todo foram realizadas quatro iterações do ciclo construir-medir-aprender do método *lean startup* em conjunto com uma versão adaptada do *framework* SCRUM.

O quinto e último capítulo deste trabalho é destinado à conclusão. Neste capítulo são apresentadas as considerações finais a respeito da utilização do *framework* SCRUM em conjunto com os conceitos de *lean startup* para o desenvolvimento do MVP do sistema automotivo de aquisição de dados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GERENCIAMENTO ÁGIL DE PROJETOS

Métodos ágeis para gerenciamento de projetos surgiram inicialmente na década de 1990 (AMBLER, 2002) na indústria de desenvolvimento de softwares para permitir a rápida adaptação dos projetos às frequentes mudanças de cenários deste setor. Ao contrário dos métodos tradicionais de gerenciamento, onde o projeto é desenvolvido pelo método cascata, no qual existem as fases de planejado, implementação, teste e implantação (RIES, 2012), métodos ágeis priorizam a flexibilidade, permitindo que ajustes e adaptações sejam feitas ao longo da execução do projeto (AMBLER, 2002).

Essa flexibilidade contribui para que o produto final atenda de maneira mais eficiente as necessidades dos clientes e evita que grandes mudanças corretivas sejam necessárias em estágios avançados do desenvolvimento dos projetos. Metodologias ágeis são ideais para situações onde as prioridades dos projetos podem mudar rapidamente (SUTHERLAND, 2014).

Os fatores que caracterizam as metodologias ágeis de gerenciamento de projeto foram reunidos em 2001 no que veio a ser conhecido como o Manifesto Ágil (SUTHERLAND, 2014). Neste documento foram definidos os valores e princípios que guiam metodologias ágeis de gerenciamento de projetos. De acordo com o Manifesto Ágil (2001), para que metodologias ágeis sejam implementadas, é necessário que haja uma comunicação eficiente e frequente, incluindo não só o time de desenvolvimento do projeto, mas também o cliente que deve fornecer feedbacks para que o produto seja desenvolvido de acordo com suas necessidades (DANTAS, 2003).

Para o desenvolvimento ágil é necessário que versões funcionais do produto sejam entregues em intervalos regulares de tempo (DANTAS, 2003). As entregas devem ser rápidas e contínuas e são mais importantes do que extensas documentações ao longo do desenvolvimento do projeto (BECK et al., 2001). O progresso do projeto deve ser medido de acordo com as entregas parciais que são feitas ao longo de sua execução.

Um dos métodos ágeis de gerenciamento de projetos mais difundidos hoje é o SCRUM, idealizado por Jeff Sutherland e descrito em seu livro “SCRUM - A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo”. A seguir encontra-se uma explicação mais detalhada do framework proposto por Sutherland.

2.1.1 SCRUM

Segundo Sutherland (2014), o primeiro passo para a implementação do SCRUM para gerenciar um projeto é a definição do time envolvido com o projeto e a escolha dos papéis de cada pessoa. Nesse primeiro momento devem ser escolhidos o dono do produto, a equipe de desenvolvimento e o mestre SCRUM (SUTHERLAND, 2014).

De acordo com Sutherland (2014), o dono do produto será a pessoa responsável pela visão do produto. Para Ries (2012), o dono do produto faz o papel de porta voz do cliente, definindo as funcionalidades que devem ser implementadas no produto.

A equipe de desenvolvimento será formada pelas pessoas que de fato trabalharão na execução do projeto. Essa equipe deve agrupar todas as competências e habilidades necessárias para transformar a visão do dono do produto em realidade (SUTHERLAND, 2014).

As equipes de desenvolvimento SCRUM devem ser pequenas. Sutherland (2014) recomenda que cada equipe deve conter de três a nove pessoas. Em projetos grandes, onde há a necessidade de mais pessoas trabalhando em conjunto para alcançar o objetivo final, podem ser utilizadas múltiplas equipes de desenvolvimento, cada uma responsável por uma frente diferente do projeto (SUTHERLAND, 2014).

O mestre SCRUM é a figura responsável por orientar todos os envolvidos com o projeto a respeito da estrutura do *framework*, além de buscar e eliminar qualquer obstáculo que possa tornar mais lento o trabalho da equipe de desenvolvimento (SUTHERLAND, 2014). O mestre SCRUM deve ser uma pessoa com um domínio sólido do método, preferencialmente com experiência prévia.

Após estruturado o time envolvido com o projeto, o próximo passo é a criação de uma lista de pendências do produto, também conhecida como *backlog*. Essa lista contém tudo aquilo que precisa ser feito para transformar a visão em realidade (SUTHERLAND, 2014). No *framework* SCRUM existe apenas uma lista de pendências do produto, por isso todas as tarefas necessárias para a conclusão do projeto devem estar no *backlog* em ordem de prioridade (SUTHERLAND, 2014). A priorização das tarefas do *backlog*, assim como a atualização da lista, é função do dono do produto que deve manter comunicação frequente com as demais pessoas envolvidas com o projeto para certificar-se de que todas as pendências listadas são de fato factíveis (SUTHERLAND, 2014).

Dentro do *framework* SCRUM, para visualizar e controlar a quantidade de trabalho a ser realizada até a conclusão do projeto, é necessário que todas as tarefas listadas no *backlog* sejam detalhadas e pequenas o suficiente para que a equipe de desenvolvimento possa estimar

o tamanho de cada uma delas (SUTHERLAND, 2014). Cada tarefa da lista de pendências do produto deve receber uma nota de acordo com a sequência Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 etc.), onde a nota 1 corresponde a uma tarefa relativamente pequena e simples de ser executada pelo time, enquanto tarefas com notas maiores representam atividades mais difíceis e trabalhosas de serem concluídas (SUTHERLAND, 2014). As tarefas do *backlog* também devem ser descritas de forma que haja uma definição clara de conclusão, podendo classificá-las como “feita” ou “não feita”.

No SCRUM, o desenvolvimento do projeto é dividido em ciclos curtos de trabalho conhecidos como *sprints*. Segundo Sutherland (2014), a duração das *sprints* deve ser constante e sempre inferior a um mês, normalmente sendo definidas como uma ou duas semanas.

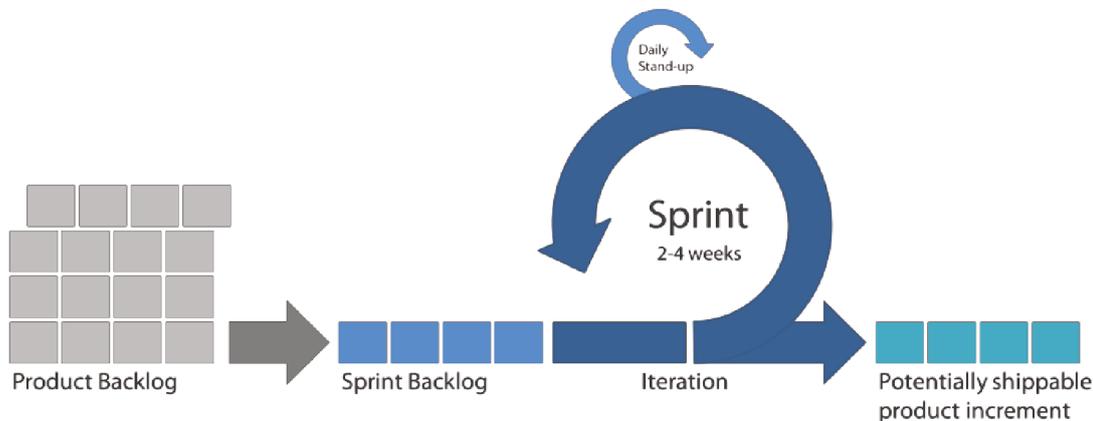
A partir do momento em que a equipe já sabe o que deve ser feito, assim como o tamanho de cada tarefa necessária para a conclusão do projeto, o time pode partir para a primeira reunião prevista pelo *framework*. Trata-se da reunião de planejamento da *sprint*.

Nessa reunião, o mestre SCRUM e o dono do produto se juntam com a equipe de desenvolvimento para escolher quais das tarefas com maior prioridade do *backlog* serão desempenhadas naquela *sprint*. Com base nas notas atribuídas a cada tarefa, em cada *sprint* a equipe deve tentar aumentar, em relação a *sprint* anterior, o número de pontos concluídos no período, buscando descobrir a quantidade ótima de trabalho a ser executado pelo time em cada ciclo (SUTHERLAND, 2014).

Além da reunião de planejamento da *sprint*, outras três reuniões estão previstas no *framework* SCRUM, a reunião diária, a de revisão e a de retrospectiva da *sprint*. Nas reuniões diárias, cada membro do time deve responder a três perguntas: “O que você fez ontem para ajudar a equipe a concluir a *sprint*?”, “O que você vai fazer hoje para ajudar a equipe a concluir a *sprint*?” e “Existe algum obstáculo impedindo você ou a equipe de alcançar o objetivo da *sprint*?” (SUTHERLAND, 2014). As reuniões diárias devem ser rápidas, realizadas com os participantes em pé, sempre no mesmo horário e local, com duração de até 15 minutos (SUTHERLAND, 2014).

Na reunião de revisão, a equipe mostra o que conseguiu concluir naquela *sprint*, enquanto na reunião de retrospectiva o time avalia o que deu certo ou errado ao longo do ciclo, buscando aprender para poder melhorar no futuro (SUTHERLAND, 2014). Tanto a reunião de revisão, quanto a de retrospectiva, devem ser realizadas ao final de cada ciclo de trabalho e após sua execução, uma nova *sprint* é iniciada. A Figura 2 ilustra como é feita a divisão das tarefas e a realização das reuniões de planejamento e diárias das *sprints*.

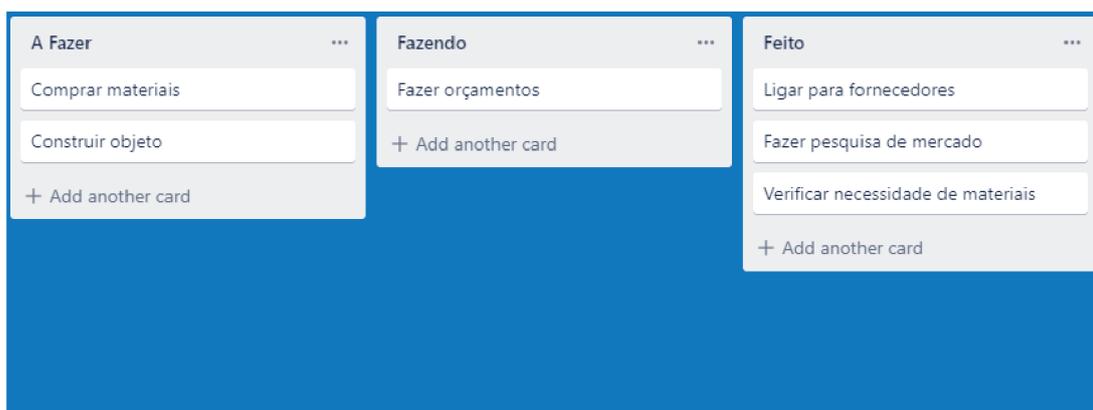
Figura 2 - Representação de uma *sprint* no framework SCRUM.



Fonte: Falourd (2019).

Ao longo da execução de cada *sprint*, Sutherland (2014) defende que as tarefas devem estar visíveis. Uma das maneiras de fazer isso é criando um quadro SCRUM com três colunas. Uma coluna é destinada às tarefas a fazer, outra para as atividades em andamento (fazendo) e uma terceira para os trabalhos concluídos (feito). Os times podem criar esses quadros de diferentes maneiras, com o uso de *post-its*, ou até mesmo ferramentas digitais. A Figura 3 mostra um exemplo de quadro SCRUM criado virtualmente com a ferramenta Trello.

Figura 3 - Exemplo de quadro SCRUM criado utilizando Trello.



Fonte: Autor.

2.2 LEAN STARTUP

2.2.1 Origem e conceitos básicos

O método *lean startup* é inspirado no sistema *lean* de produção, promovido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na Toyota (RIES, 2012). Assim como no sistema *lean* de produção, segundo Ries (2012), os principais objetivos da *lean startup* são aumentar o valor entregue aos clientes e reduzir os tamanhos de lotes e desperdícios.

Embora a origem da *lean startup* seja na indústria de *softwares*, seus conceitos e métodos ganharam espaço em diversas outras indústrias, em empreendimentos dos mais variados tamanhos, incluindo empresas listadas na *fortune 500*, escritórios de investimentos de capital de risco e até mesmo instituições do governo norte-americano (RIES, 2012).

Em seu livro *The Lean Startup*, Eric Ries propõe um método baseado na iteração do ciclo construir-medir-aprender, para que *startups* desenvolvam seus produtos de maneira eficiente, reduzindo os riscos do negócio e aumentando suas chances de sucesso. Para seguir os princípios da *lean startup*, um empreendimento deve buscar minimizar o tempo necessário para executar cada iteração deste ciclo (RIES, 2012), também conhecido como ciclo de *feedback* e representado na Figura 4.

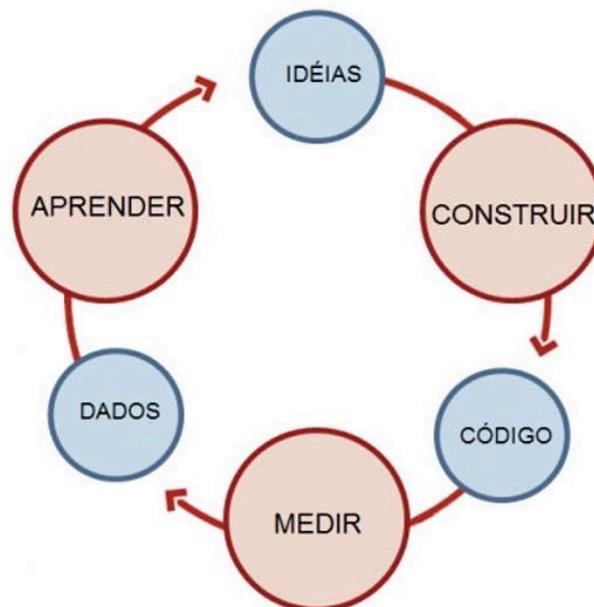
O método da *lean startup* utiliza uma abordagem centralizada no cliente (MUELLER; THORING, 2012) e não está restrito apenas às empresas novas no mercado. Para Ries (2012), a definição de *startup* refere-se a uma “instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza”.

2.2.2 Ciclo de *feedback* (construir-medir-aprender)

O ciclo de *feedback* é a base para o método da *lean startup* criado por Ries e seu objetivo é obter aprendizado validado (RIES, 2012), buscando construir um ciclo contínuo de troca de informações com os clientes ao longo do desenvolvimento de um projeto ou produto (MAURYA, 2012). O ciclo construir-medir-aprender pode ser iniciado em qualquer uma das três etapas e é semelhante ao ciclo clássico do método científico, onde inicia-se com uma teoria e buscam-se validações a partir de experimentos (MUELLER; THORING, 2012).

Segundo Ries (2012), o método da *lean startup* foi projetado para que o empreendedor aprenda a dirigir uma *startup* através de pequenos ajustes no ciclo de *feedback*, aprendendo a controlar o caminho traçado pela empresa por meio da pivotação ou perseverança após cada iteração do ciclo. A seguir encontra-se uma explicação mais detalhada de cada uma das etapas do ciclo construir-medir-aprender.

Figura 4 - Ciclo de *feedback* (construir-medir-aprender).



Fonte: Adaptado de Ries (2012).

2.2.2.1 Construir

A etapa de construção do ciclo de *feedback* pode ser dividida em duas fases. Primeiramente elabora-se uma série de hipóteses estratégicas da empresa, para em seguida desenvolver um projeto que viabilize o teste e a validação dessas hipóteses (RIES, 2012).

O desenvolvimento das hipóteses elaboradas nesta etapa deve ser embasado em conhecimentos prévios a respeito do mercado no qual deseja-se atuar, mas também, quando possível, em resultados obtidos em iterações anteriores do ciclo de *feedback* (RIES, 2012). A validação das hipóteses, deve ser feita através do lançamento de um mínimo produto viável (MVP) do projeto, com o objetivo de fornecer aos clientes, com o mínimo de esforço possível, uma quantidade suficiente de funcionalidades do produto, para que seja possível completar uma iteração do ciclo construir-medir-aprender (RIES, 2012).

O MVP de um projeto pode assumir as mais diferentes formas e, em alguns casos, pode ser lançado antes mesmo do início do desenvolvimento do projeto. O objetivo do MVP é ajudar o empreendedor a avaliar se existe interesse, por parte dos consumidores, em pagar por um determinado produto.

Segundo Ries (2012), algumas das formas mais comuns de MVP são: MVP em vídeo, MVP do tipo “mágico de oz” e MVP do tipo *concierge*. Cada um deles requer um nível diferente de desenvolvimento do produto.

Para o MVP em vídeo, as principais funcionalidades de um produto são apresentadas aos clientes em formato de vídeo, sem a necessidade de que o produto seja de fato criado. O MVP do tipo “mágico de oz”, é caracterizado pela criação apenas da interface entre o usuário e o produto, normalmente em forma de *website* ou aplicativo, mas todas as funcionalidades do produto são na prática realizadas por pessoas nos bastidores. Para o MVP do tipo *concierge*, é necessário que o produto seja de fato criado e então oferecido para uma pessoa ou um pequeno grupo que represente o público alvo do negócio, adaptando o produto para atender às necessidades específicas desse(s) indivíduo(s).

2.2.2.2 Medir

No início, uma *startup* é basicamente um modelo de negócio com projeções de lucros e receitas que ainda não foram validadas (RIES, 2012). A etapa “medir” do ciclo de *feedback* é realizada com o intuito de medir, rigorosamente, onde a *startup* se encontra naquele momento. Durante a medição, a *startup* será obrigada a encarar as duras verdades reveladas pela avaliação, para em seguida elaborar experimentos para entender como ela deve operar para alcançar os objetivos traçados em seu plano de negócios (RIES, 2012).

Segundo Ries (2012), por conta dos altos níveis de imprevisibilidade atrelados ao empreendedorismo, a utilização de contabilidade em sua forma tradicional, como definida por Alfred Sloan, da General Motors, não é útil para avaliar o desempenho de *startups*. Essa constatação levou o autor a buscar uma nova forma de encarar essa ciência, nascendo assim a contabilidade para inovação, permitindo a conversão das hipóteses e suposições, elaboradas anteriormente, em um modelo financeiro quantitativo (RIES, 2012).

A utilização da contabilidade para inovação consiste de três passos. Primeiro é necessário que seja estabelecida, com auxílio do MVP, uma linha base de onde a empresa se encontra, em seguida deve-se ajustar o MVP buscando mover a *startup* em direção do ideal, para então passar para a etapa “aprender” do ciclo de *feedback* e decidir entre perseverar ou pivotar com relação a estratégia atual (RIES, 2012).

2.2.2.3 Aprender

Segundo Blank (2013), após o lançamento do MVP e da medição dos resultados dos experimentos, os gestores da *lean startup* têm a tarefa de avaliar a situação para decidir se os resultados são satisfatórios. Nesse momento deve ser avaliado se a empresa está fazendo progresso na direção certa ou se existem falhas na estratégia do produto (RIES, 2012). Segundo

Mansoori (2017), o progresso da empresa deve ser avaliado com base no aprendizado validado obtido com os experimentos realizados.

Dependendo do resultado da avaliação do progresso da empresa, segundo Ries (2012), a *startup* pode seguir para dois caminhos diferentes: perseverar ou pivotar. Caso escolha perseverar, a empresa fará ajustes em seu produto e iniciará uma nova iteração do ciclo construir-medir-aprender, buscando alcançar o produto ideal (RIES, 2012).

Caso a escolha da *startup* seja pivotar, mudanças mais drásticas serão necessárias. Nesse caso o produto deve sofrer uma mudança forte, podendo ser necessário rever a estratégia da empresa ou até mesmo as hipóteses fundamentais do negócio, para então dar início a uma nova tentativa de concluir o ciclo de *feedback* (RIES, 2012).

2.3 AQUISIÇÃO DE DADOS PARA AUTOMOBILISMO

Informação é um dos recursos mais importantes para times de competições automotivas. Quanto mais informações são coletadas, processadas e analisadas, melhor será o julgamento das equipes em momentos chaves de tomadas de decisão e maior será a taxa de aprimoramento da performance dos veículos (SEGERS, 2014). Independentemente de medir a performance de um carro de Fórmula 1 ou então um carro de rua utilizado para recreação em um autódromo, as dinâmicas do carro e piloto são análogas e técnicas idênticas de análises de dados se aplicam (SEGERS, 2014).

Segers (2014) afirma que na medida em que o grau de competição cresce, o custo para competir e testar os veículos também sobe, aumentando a demanda dos engenheiros e pilotos por dados relevantes que melhorem o entendimento da dinâmica dos veículos e viabilizem melhorias em eficiência e performance dos carros. Atualmente grande parte dos carros de corrida são equipados com sistemas de aquisição de dados que podem medir e armazenar quase todos os parâmetros do veículo e do piloto (SEGERS, 2014).

2.3.1 Categorias de aquisição de dados

No automobilismo, a aquisição de dados pode ser dividida de diferentes formas. Em seu livro, *Analysis Techniques for Racecar Data Acquisition*, Segers (2014) dividiu a aquisição de dados nas categorias abaixo.

Análise da performance do veículo:

O registro de medições objetivas de determinados componentes do veículo pode auxiliar os engenheiros no diagnóstico de problemas em situações específicas de utilização do veículo, indicando quais mudanças devem ser feitas para corrigi-los.

Análise da performance do piloto:

O registro dos *inputs* realizados pelos pilotos nos comandos do veículo pode evidenciar características em seus estilos de pilotagem. Esse tipo de informação viabiliza análise e comparação entre diferentes voltas realizadas por um piloto ao redor de um circuito, ou então, a comparação entre a performance de diferentes pilotos que venham a utilizar o mesmo carro.

Desenvolvimento do veículo:

Alguns dados podem ser registrados com o objetivo específico de auxiliar engenheiros nas tomadas de decisão a respeito do desenvolvimento e aprimoramento de componentes dos veículos.

Confiabilidade e segurança:

Analisar dados relacionados aos sinais vitais dos carros, como pressão de óleo e temperatura do líquido de arrefecimento do motor, permite que problemas sejam detectados e corrigidos antes de que danos sejam causados aos subsistemas dos veículos, além de prevenir possíveis acidentes.

Determinação dos parâmetros do veículo:

A utilização de *softwares* de simulação computadorizada de carros de corrida está tornando-se cada vez mais importante como forma de complemento à aquisição de dados. Para desenvolver os modelos de simulação de um determinado veículo, todos os parâmetros relevantes do carro devem ser conhecidos pelos programadores para que os modelos sejam precisos.

Registro de funcionamento:

Sistemas de aquisição de dados registram o histórico de utilização de veículos de competição, auxiliando no acompanhamento da vida útil dos componentes e determinação dos momentos em que partes dos carros devem ser revisadas ou substituídas.

2.3.2 Categorias de dados

Embora muitos dos sinais coletados pelos sistemas de aquisição de dados sejam relacionados entre si e possam ser incluídos em diferentes categorias, Segers (2014) também considerou, além da divisão apresentada acima, uma diferente forma de separar os dados coletados dos veículos. Segue abaixo essa segmentação.

Funções vitais do veículo:

Estão incluídos nas funções vitais, todos os dados relacionados ao motor e linha de transmissão do veículo, incluindo sinais como pressão e temperatura do óleo, temperatura do líquido de arrefecimento, pressão de combustível, temperatura da caixa de marcha e do diferencial, tensão da bateria e rotação do motor.

Atividades do piloto:

As atividades do piloto são os parâmetros sobre os quais o piloto possui controle direto. Esses dados incluem posição do acelerador, pressão na linha de freio, ângulo de esterço do volante e posição da alavanca de câmbio.

Parâmetros do chassi:

Os dados relacionados à dinâmica do veículo estão incluídos nesta categoria. Alguns exemplos de parâmetros do chassi são: velocidade do carro, aceleração lateral e longitudinal, ângulo de esterço do volante, pressão na linha de freio, temperatura dos pneus, posição dos amortecedores e carga na suspensão.

2.3.3 Dados básicos e suplementares

Apesar da importância do armazenamento de grandes quantidades de dados dos veículos no âmbito de competições automotivas, alguns dados são mais relevantes do que outros. Segers (2014) dividiu os sinais que um sistema de aquisição de dados pode armazenar em dados básicos e dados suplementares. Segue abaixo a lista dos dois grupos de dados.

Dados básicos:

Rotação do motor, velocidade, posição do acelerador, ângulo de esterço do volante e aceleração lateral e longitudinal.

Dados suplementares:

Movimentos e carga da suspensão, pressão da linha de freio, temperatura dos pneus e discos de freio, velocidade individual das rodas, aceleração lateral dos eixos dianteiro e traseiro, aceleração vertical, pressão dos pneus, taxa de rotação em torno do eixo vertical (yaw), pressão aerodinâmica e força aplicada na alavanca de câmbio.

Segers (2014) também considera que há duas grandes vantagens em integrar sinais de sistema de posicionamento global (GPS - sigla em inglês) aos dados previamente mencionados. A qualidade do mapeamento da pista é significativamente melhor quando se utiliza sinais de GPS, comparado com a utilização isolada de sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) para calcular a trajetória, além de que, elimina-se a necessidade de que a análise dos dados seja feita em circuito fechado, possibilitando que a análise de dados seja feita para competições de barcos e *rallys*.

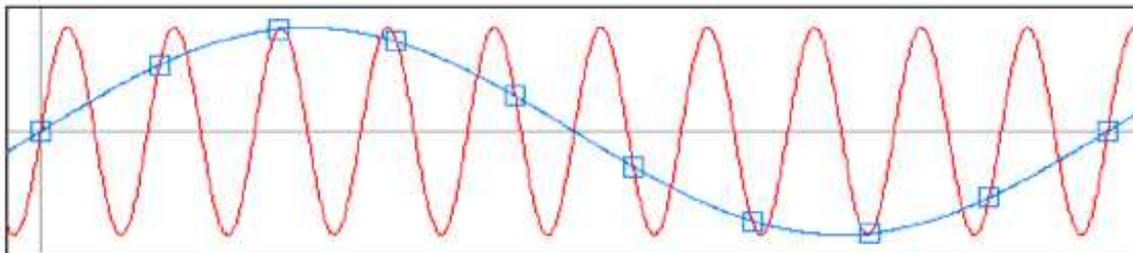
2.3.4 Taxa de aquisição de dados

Para que informações importantes não sejam perdidas ao longo do registro dos dados dos veículos, é necessário que uma análise prévia da taxa com a qual cada sinal pode variar. A taxa máxima de variação de cada sinal varia de acordo com o fenômeno físico que está sendo medido. Um exemplo disso é a variações de temperaturas e pressões em fluidos do veículo que acontecem em uma taxa consideravelmente mais lenta do que a variação da posição do sistema de suspensão de um carro.

Para garantir uma coleta fiel de dados, de acordo com o teorema de amostragem de Nyquist-Shannon, a taxa de coleta de dados deve ser pelo menos o dobro da frequência mais alta encontrada no sinal (BLUMENSATH; DAVIES, 2009). Caso a taxa mínima de coleta de dados não seja respeitada, perde-se parte da informação por conta do efeito de *aliasing* ilustrado na Figura 5, onde a linha azul (menor frequência) representa de forma distorcida, por conta de uma baixa taxa de amostragem, o sinal original mostrado em vermelho (maior frequência),

Levando em consideração as taxas com as quais espera-se que cada tipo de sinal varie, Segers (2014) definiu que a taxa de aquisição dos dados em veículos deve ser feita de acordo com o Quadro 1. Segundo Segers (2014), as taxas de aquisição de dados apresentadas na coluna direita do quadro garantem que os dados descritos na coluna esquerda sejam coletados sem que haja perda significativa de informação.

Figura 5 - Efeito de baixas taxas de amostragem na coleta de sinais.



Fonte: Segers (2014). Pg 463.

Quadro 1 - Taxa de aquisição de dados de telemetria em Hertz (Hz).

Tipo de sinal	Taxa de aquisição dos dados
Temperatura de ar e demais fluidos	1 a 5 Hz
Pressão de ar e demais fluidos	10 Hz
Parâmetros do chassi e atividades do piloto	50 Hz
Movimentos e cargas da suspensão	200 a 500 Hz
Sinais de GPS	5 a 20 Hz
Dados de acelerômetros e giroscópios	50 Hz

Fonte: Adaptado de Segers (2014). Pg 464.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

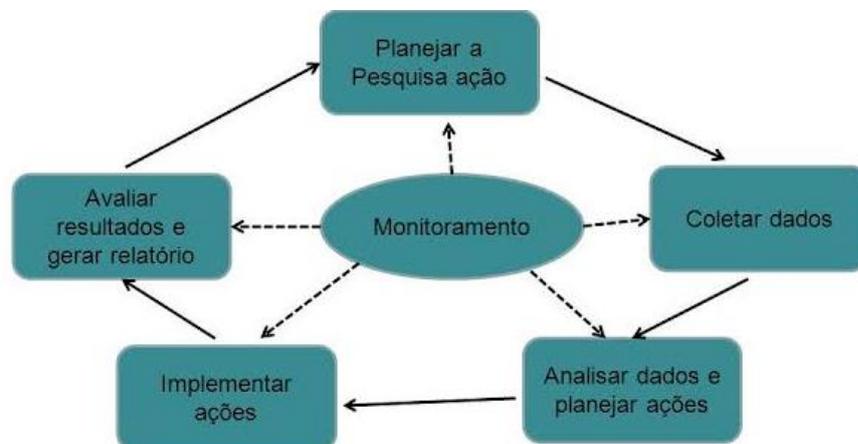
Visto que este trabalho busca gerar conhecimentos de aplicação prática, do ponto de vista de sua natureza, este se caracteriza como uma pesquisa aplicada (PRODANOV; FREITAS, 2013). Do ponto de vista de seus objetivos, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória, onde o intuito é aumentar o conhecimento a respeito do tema estudado (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Considerando que este trabalho busca um entendimento mais profundo sobre técnicas capazes de reduzir as chances de fracasso e aumentar as chances de sucesso de um produto ao ser lançado no mercado, através de participação ativa do autor no desenvolvimento de um MVP e na solução de problemas que venham a ser encontrados ao longo do caminho, este trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa-ação do ponto de vista de seu procedimento técnico (PRODANOV; FREITAS, 2013). Como nem todos os parâmetros analisados ao longo do desenvolvimento deste trabalho podem ser quantificados, além de haver uma certa subjetividade na interpretação de algumas informações coletadas, a abordagem deste trabalho tem um caráter qualitativo (PRODANOV; FREITAS, 2013).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

Segundo Miguel (2012), os ciclos de uma pesquisa-ação são compostos, de acordo com a Figura 6, por cinco fases: planejar a pesquisa-ação; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; avaliar resultados e gerar relatório.

Figura 6 – Estrutura da pesquisa-ação.



Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002).

A fase de planejamento da pesquisa-ação inicia-se pela identificação de um problema na literatura e posterior busca por um objeto de estudo onde este problema possa ser resolvido (MELLO et al., 2011). Nesta etapa é realizado um mapeamento da literatura existente sobre o assunto em questão para identificar áreas que podem requerer uma pesquisa mais aprofundada (MELLO et al., 2011).

Para Coughlan e Coughlan (2002), a coleta de dados acontece a partir do envolvimento ativo entre o pesquisador e os participantes da pesquisa. Segundo Mello et al. (2011), a coleta de dados pode ser realizada de diferentes formas, como observações, discussões, entrevistas, ou análises de informes, relatórios e estatísticas.

Durante a fase de análise de dados realiza-se uma comparação entre os dados relacionados à teoria do tema pesquisado e aqueles coletados na fase anterior (MELLO et al., 2011). Neste momento avalia-se se os resultados analisados estão coerentes com a teoria ou se existem dados contraditórios (MELLO et al., 2011). Ao final da análise de dados deve-se elaborar um plano de ação para a resolução do problema (MELLO et al., 2011).

Para implementar as ações, coloca-se em prática aquilo que foi definido na etapa anterior. Thiollent (2007), considera que a fase de implementação das ações consiste no que deve ser realizado ou transformado para alcançar a solução do problema, podendo ser necessário um maior aprofundamento a respeito da pesquisa teórica realizada.

Para concluir o ciclo da pesquisa-ação é necessário avaliar os resultados obtidos ao longo do trabalho com base nos objetivos e proposições estabelecidos no início da pesquisa (MELLO et al., 2011). Para que o próximo ciclo de planejamento possa ser aprimorado, a avaliação envolve uma reflexão tanto dos resultados intencionais quanto não intencionais da pesquisa, assim como uma revisão do processo (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002). Para facilitar a análise posterior dos dados pode-se elaborar um quadro com o resumo dos resultados obtidos ao longo da pesquisa-ação (MELLO et al., 2011).

3.3 MÉTODO

O início da aplicação do procedimento de pesquisa-ação neste projeto ocorreu com a identificação de um problema. Ao buscar por maneiras mais eficientes de definir os requisitos de projeto e gerenciar o desenvolvimento do sistema de aquisição de dados da equipe Fórmula UFSC, o autor deste trabalho constatou a falta de conteúdo acadêmico e científico a respeito da aplicação de métodos de desenvolvimento ágil, assim como a aplicação do ciclo de *feedback* do modelo de *lean startup* para gerenciar projetos fora da indústria de *softwares*.

Ao estudar a respeito das técnicas e ferramentas utilizadas pelo *framework* SCRUM, assim como o ciclo construir-medir-aprender, o autor do trabalho acreditou que estas poderiam auxiliar no desenvolvimento do projeto do sistema de aquisição de dados a ponto de possivelmente transformar o projeto em um produto a ser lançado no mercado. Com o auxílio dessas ferramentas espera-se aprimorar o projeto de forma rápida, evitando desperdícios e atendendo de maneira eficiente as necessidades dos potenciais consumidores do produto.

A pesquisa bibliográfica foi inicialmente voltada aos assuntos relacionados aos principais métodos de gerenciamento ágil de projetos, em seguida serão pesquisados os conceitos de *lean startup*, para no final realizar um estudo a respeito de aquisição de dados de veículos. A pesquisa será realizada com base em trabalhos acadêmicos e científicos, assim como livros relacionados aos assuntos mencionados. Em sua maior parte, a pesquisa bibliográfica será feita com base nos bancos de dados das plataformas *Google Scholar* e *ProQuest*, abrangendo obras nos idiomas Inglês e Português.

A busca foi dividida em duas partes, uma mais geral e outra mais específica. A pesquisa geral será realizada utilizando os termos “*lean startup*”, “*agile project management*”, “gerenciamento ágil de projetos”, “SCRUM”, “MVP”, “*minimum viable product*”, “produto mínimo viável”, “*racecar data acquisition*” e “aquisição de dados automotivos”, enquanto a pesquisa específica será feita com o intuito de localizar trabalhos de interesse que tenham sido mencionados em alguma das obras encontradas durante a etapa de pesquisa geral.

O contato com o público alvo da pesquisa foi realizado pessoalmente. Visto que um dos objetivos deste trabalho é desenvolver o MVP de um produto que tem praticantes de automobilismo, assim como projetistas de automóveis como potenciais clientes, a interação com o público alvo será por meio do trabalho em conjunto do autor com os responsáveis pelos projetos dos subsistemas do veículo da equipe Fórmula UFSC, assim como a presença em eventos conhecidos como *Track Days* e *Hot Laps*, onde autódromos ou kartódromos são reservados para que pilotos possam correr com seus veículos.

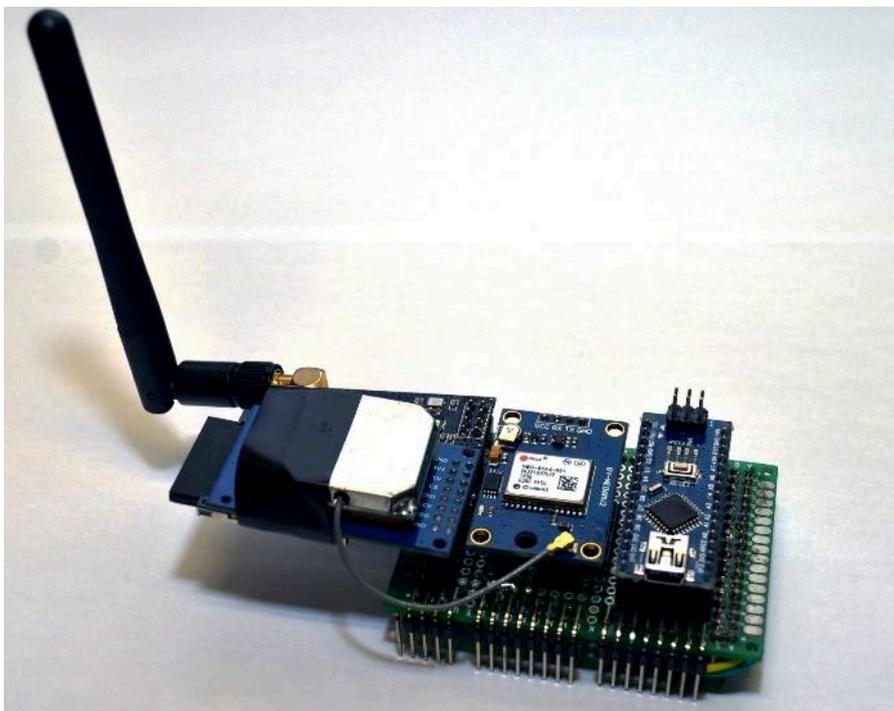
Track Days são eventos realizados em autódromos, onde múltiplos carros correm na pista a cada dado momento, normalmente divididos em baterias de acordo com a potência dos veículos e habilidades dos pilotos, a fim de evitar que veículos com velocidades muito diferentes corram lado a lado, garantindo assim uma maior segurança. *Track Days*, em sua maioria, são eventos realizados em autódromos de portes médios e grandes. *Hot Laps* são eventos menores, em geral realizados em kartódromos ou autódromos de pequeno porte, onde

apenas um ou dois carros correm na pista a cada dado momento, evitando a proximidade entre os veículos e consequentemente aumentando a segurança.

Além da coleta de dados junto ao público alvo da pesquisa, serão conduzidos testes onde o autor utilizará a infraestrutura de pistas de kart para validar o funcionamento do sistema de aquisição de dados. Os resultados obtidos com a coleta de dados, assim como os planos de ação colocados em prática em busca de desenvolver de maneira eficiente o MVP do sistema de aquisição de dados estão expostos em maiores detalhes no próximo capítulo.

Antes do início deste trabalho, o projeto do sistema de aquisição de dados do veículo da equipe Fórmula UFSC estava sendo desenvolvido há dois anos e era baseado em um microcontrolador Arduino Mega, capaz de adquirir e armazenar coordenadas de GPS a 1 Hz e dados de 7 sensores analógicos, 3 eixos de acelerômetro e 3 eixos de giroscópio a aproximadamente 20 Hz, além de transmitir essas informações via radiofrequência para um segundo Arduino Mega. A partir deste projeto, alterações serão realizadas ao produto em busca de melhor atender as necessidades do potencial público alvo de um sistema automotivo de aquisição de dados. Na Figura 7 encontra-se uma foto do sistema de aquisição de dados implementado até dezembro de 2018.

Figura 7 - Sistema de aquisição de dados implementado até dezembro de 2018.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentadas as etapas do desenvolvimento do MVP do sistema automotivo de aquisição de dados utilizando-se o ciclo construir-medir-aprender, assim como as ferramentas e técnicas utilizadas para o desenvolvimento ágil do produto. A seção 4.1 explica como as técnicas do *framework* SCRUM foram adaptadas e aplicadas ao projeto, a seção 4.2 trata da aplicação do ciclo de *feedback* do método *lean startup* para o desenvolvimento do MVP, enquanto a seção 4.3 traz de forma resumida os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do produto.

4.1 ADAPTAÇÃO DO *FRAMEWORK* SCRUM AO PROJETO

Visto que o time de desenvolvimento do sistema de aquisição de dados da equipe Fórmula UFSC é composto de apenas pelo autor deste trabalho, algumas das técnicas estudadas para gerenciamento ágil de projetos não se aplicam diretamente a este cenário. Apesar disso, um dos principais pilares do desenvolvimento ágil é a flexibilidade, possibilitando assim a adaptação do *framework* SCRUM para este projeto.

O primeiro passo para a implementação do desenvolvimento ágil neste projeto foi a criação do *backlog* do produto. Para isso foi criado um quadro SCRUM virtual utilizando-se a plataforma do *software* Asana, disponível tanto para computadores pessoais (PC - sigla em inglês) quanto para *smatphones*, onde foram incluídas, no formato de *cards*, todas as tarefas julgadas necessárias para a conclusão do primeiro ciclo construir-medir-aprender do projeto.

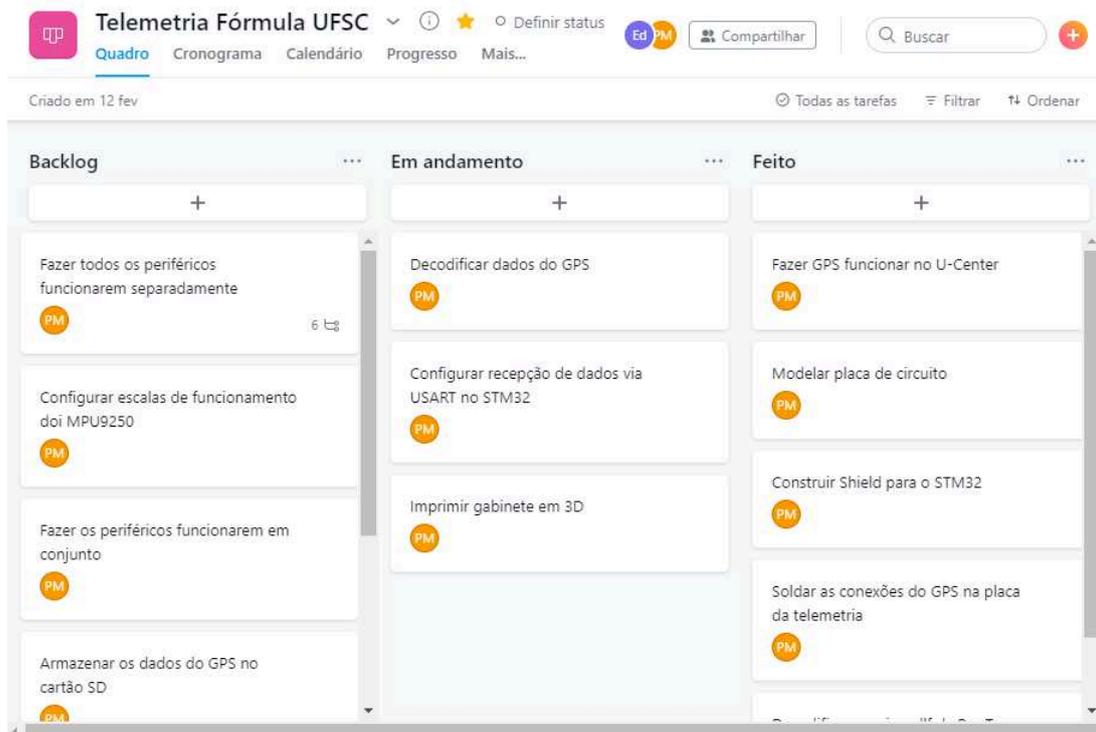
Além da criação dos *cards* para cada tarefa, a plataforma Asana permite a criação de *check lists* dentro de cada *card*, possibilitando um alto nível de detalhamento das tarefas, conforme sugerido pelo *framework* SCRUM. Uma representação do quadro SCRUM utilizado neste projeto pode ser encontrada na Figura 8 enquanto a Figura 9 apresenta a *check list* de um dos *cards* do *backlog* do produto.

Após definidas as tarefas a serem executadas, foram estimadas as dificuldades para a realização de cada um dos *cards* do *backlog*, visando estabelecer a duração ideal das *sprints*. A duração de cada ciclo de trabalho foi definida de forma que não fosse necessário mais do que o tempo de uma *sprint* para a conclusão de um único *card*.

Com base na estimativa de que os *cards* mais difíceis e trabalhosos do *backlog* levariam no máximo uma semana para serem concluídos, enquanto os mais simples poderiam ser executados em questão de poucos dias, foi estabelecido que a duração das *sprints* do projeto seria de uma semana. Sempre que possível, ao final de cada *sprint*, uma nova funcionalidade

do sistema de aquisição de dados deveria ser implementada ao produto, conforme Sutherland sugere em seu *framework*.

Figura 8 - Quadro SCRUM do projeto do sistema de aquisição de dados.



Fonte: Autor

Figura 9 - *Check list* de um card do *backlog* do projeto



Fonte: Autor

Embora o desenvolvimento do sistema de aquisição de dados seja responsabilidade de apenas uma pessoa, o veículo da equipe Fórmula UFSC é frequentemente utilizado como plataforma de testes para o projeto, existindo assim forte interação entre o autor e os demais membros da equipe. Dessa forma, para o desenvolvimento ágil do projeto, é necessário que haja uma comunicação frequente e eficiente entre o desenvolvedor do sistema de aquisição de dados e os responsáveis pelos demais subsistemas do veículo.

Foi definido que, ao longo do desenvolvimento do projeto, seriam realizadas reuniões semanais para o planejamento, revisão e retrospectiva das *sprints*. Embora o *framework* SCRUM considere ideal a realização de três reuniões distintas para tratar desses assuntos, por conta da incompatibilidade de agendas dos envolvidos no projeto do veículo, apenas uma reunião semanal seria realizada com as três pautas (planejamento, revisão e retrospectiva de cada *sprint*). Foi estipulado que essas reuniões seriam realizadas todas as segundas-feiras das 19:00 às 20:00.

Também por conta da incompatibilidade de agendas, as reuniões diárias do SCRUM seriam inviáveis, levando os envolvidos no projeto a realizar três reuniões por semana no mesmo molde proposto por Sutherland para as reuniões diárias do *framework*. Essas reuniões seriam realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, das 12:10 até as 12:25.

Além das técnicas descritas acima, também foram aplicadas ferramentas do método *lean startup* para o desenvolvimento do sistema automotivo de aquisição de dados. A seguir será apresentada a forma com a qual o ciclo construir-medir-aprender foi aplicado no projeto.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO *LEAN STARTUP*

O primeiro passo para a aplicação do método *lean startup* é a formulação das hipóteses estratégicas que nortearão o desenvolvimento do projeto a ser desenvolvido, para então, através da criação de um MVP, avaliar se as suposições levantadas estão corretas. De acordo com os resultados obtidos em cada iteração do ciclo construir-medir-aprender essas hipóteses serão mantidas ou ajustadas, buscando alinhar a visão da *startup* com as necessidades do mercado. A seguir serão apresentados os resultados da aplicação do método *lean startup* no desenvolvimento do sistema automotivo de aquisição de dados.

4.2.1 Primeira iteração do ciclo de *feedback*

A seguir serão apresentados os resultados da primeira iteração do ciclo construir-medir-aprender. Este ciclo foi executado entre os meses de março e abril de 2019.

4.2.1.1 Construir

A fase de construção da primeira iteração do ciclo de *feedback* começou com a formulação da hipótese de que existe interesse por parte dos praticantes de automobilismo, em utilizar sistemas de aquisição de dados, a fim de registrar informações a respeito de suas performances durante a utilização de seus veículos em autódromos. Um dos fatores que levaram à formulação desta hipótese foi o fato de que atualmente existem pelo menos três empresas nacionais (Pro Tune, Fuel Tech e Injepro) e seis empresas estrangeiras (Alfano, Race Chrono, AIM, Racepak, Haltech e MoTec) oferecendo produtos voltados à aquisição de dados de veículos.

Após formulada a hipótese fundamental do negócio, chegou a hora de definir os requisitos de projeto para o sistema automotivo de aquisição de dados. Neste momento foram definidos, com base em uma pesquisa de mercado, em conjunto com um estudo da literatura especializada em coleta e análise de dados automotivos, os tipos de dados que seriam coletados pelo sistema, assim como a taxa ideal de operação do mesmo.

O estudo da literatura especializada indicou que, de acordo com o Quadro 1, apresentado no capítulo 2, a taxa de aquisição de dados do sistema de telemetria da equipe Fórmula UFSC estava abaixo do esperado. Esta constatação foi confirmada ao longo da pesquisa de mercado, visto que a taxa de aquisição de dados dos produtos das empresas nacionais mencionadas é de 100 Hz, enquanto as frequências de operação dos produtos estrangeiros variam de 100 a 1.000 Hz. Os tipos de dados coletados por cada um dos produtos pesquisados variam de uma empresa para outra, no entanto, de modo geral, as principais informações coletadas pelos sistemas são: coordenadas de GPS; acelerações laterais e longitudinais; sinais de sensores analógicos.

Com base nas informações apresentadas, foi definido que o MVP do sistema automotivo de aquisição de dados deveria coletar e armazenar em um cartão *Secure Digital* (SD) sinais de GPS, aceleração lateral e longitudinal e sete canais de entradas analógicas, sendo quatro sensores nos amortecedores, um no pedal do freio, outro no pedal do acelerador e por último um sensor para medir o ângulo de esterço do volante. A coleta de cada um desses sinais deveria respeitar as taxas de aquisição apresentadas no Quadro 1.

Conforme apresentado na seção 3.3, o sistema de telemetria da equipe Fórmula UFSC até o momento era capaz de coletar todos os sinais definidos como requisitos de projeto, no entanto operava com uma frequência abaixo da estipulada. A partir desta constatação, o objetivo da fase de construção deste ciclo de *feedback* passou a ser alcançar as taxas de coleta de dados

apresentadas no Quadro 1 utilizando o mesmo *hardware* do sistema já implementado pela equipe Fórmula UFSC até dezembro de 2018, alterando apenas a programação do microcontrolador utilizado.

Analisando o Quadro 1 concluiu-se que a aquisição dos dados da suspensão, realizada através de sensores analógicos de posição dos amortecedores, com taxas de 200 a 500 Hz seria o ponto mais crítico da programação do microcontrolador. Para alcançar essas taxas de aquisição o Arduino Mega precisaria realizar quatro conversões analógicas (uma para cada amortecedor do veículo) a cada 5 milissegundos (ms).

Buscando seguir os princípios do desenvolvimento ágil, foi definido que, antes de buscar otimizar a programação de todo o sistema, a primeira entrega parcial do produto funcionando seria uma versão simplificada do *firmware* (código programado no microcontrolador), onde apenas quatro canais do conversor analógico digital (ADC - sigla em inglês) estariam habilitados, convertendo os sinais dos sensores da suspensão e armazenando os resultados em um cartão SD. O objetivo desta entrega seria verificar o limite de operação do Arduino Mega para a leitura e armazenamento de sinais analógicos, avaliando se o mesmo seria capaz de atender os requisitos do projeto.

4.2.1.2 Medir

Após realizadas todas as otimizações possíveis na programação do Arduino Mega, chegou a hora de medir o desempenho do produto. Neste momento constatou-se que, mesmo programado para executar uma versão simplificada do *firmware* do sistema de aquisição de dados, o microcontrolador precisava de aproximadamente 10 ms para converter e armazenar no cartão SD os sinais dos quatro sensores de posição dos amortecedores, resultando em uma taxa de aquisição de dados de 100 Hz.

Foram necessários dois meses para a conclusão da etapa de construção desta iteração do ciclo de *feedback*. Aproximadamente metade deste período foi utilizado para o estudo de técnicas mais eficientes de programação de microcontroladores, enquanto a outra metade foi utilizada para o desenvolvimento do novo *firmware*. Visto que todos os testes puderam ser realizados em bancada e o *hardware* utilizado nesta etapa do projeto já estava pronto, não houve nenhuma despesa financeira com a aquisição de novos componentes.

4.2.1.3 Aprender

O objetivo desta etapa do projeto era alcançar as taxas de coleta de dados apresentadas no Quadro 1, portanto pode-se afirmar, com base nos resultados apresentados anteriormente, que a primeira iteração do ciclo de *feedback* não foi bem-sucedida. Ao executar a versão simplificada do *firmware* do sistema de aquisição de dados o Arduino Mega foi capaz de trabalhar apenas na metade da frequência mínima desejada para a coleta dos dados de suspensão do veículo. Embora versões mais completas do *firmware* não tenham sido testadas neste momento, ao coletar mais dados do veículo, a performance do microcontrolador seria ainda menor por conta da maior quantidade de informações sendo processadas pelo aparelho.

A partir dos resultados obtidos nesta iteração do ciclo de *feedback* é possível concluir que o *hardware* utilizado pela equipe Fórmula UFSC é inadequado para o desenvolvimento do sistema automotivo de coleta de dados. A melhor decisão neste momento, de acordo com o método *lean startup*, é pivotar, fazendo fortes alterações no produto em busca de alcançar os objetivos do projeto.

A decisão de seguir os princípios de desenvolvimento ágil, realizando entregas parciais do produto funcionando, provou-se vantajosa nesta etapa do projeto. Embora tenham sido necessários dois meses para a conclusão do primeiro ciclo de *feedback*, a decisão de testar uma versão simplificada do *firmware* do produto antes de otimizar todo o código do sistema, contribuiu para a identificação precoce da incompatibilidade do Arduino Mega com os requisitos deste projeto. Estima-se que seriam necessários ao menos dois meses adicionais de trabalho para que a otimização de todo o *firmware* fosse concluída.

4.2.2 Segunda iteração do ciclo de *feedback*

A seguir serão apresentados os resultados da segunda iteração do ciclo construir-medir-aprender. Este ciclo foi executado no mês de maio de 2019.

4.2.2.1 Construir

A etapa de construção da segunda iteração do ciclo de *feedback* foi realizada com o intuito de encontrar um novo microcontrolador, com maior capacidade de processamento, capaz de realizar a aquisição dos dados do veículo com as taxas apresentadas no Quadro 1. Além da maior capacidade de processamento, o novo microcontrolador deveria possuir terminais de entrada para no mínimo sete sensores analógicos e ser compatível com os protocolos de comunicação Serial Peripheral Interface (SPI - sigla em inglês), Inter-Integrated Circuit (i2c -

sigla em inglês) e Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART - sigla em inglês), utilizados para armazenar dados no cartão SD, adquirir sinais do acelerômetro e receber os pacotes de dados do GPS respectivamente.

Após a realização de uma pesquisa de mercado, o microcontrolador STM32F103, da família *Advanced RISC Machine* (ARM), fabricado pela *ST Microelectronics*, foi escolhido para ser a base do novo sistema de aquisição de dados. O STM32F103 possui aproximadamente quatro vezes a capacidade de processamento do Arduino Mega e pode ser programado em linguagem C, assim como o Arduino utilizado anteriormente, facilitando a continuidade do desenvolvimento do projeto. O tamanho físico, assim como o preço do STM32F103 são menores do que do Arduino Mega, contribuindo para que o novo sistema de aquisição de dados seja mais barato e compacto do que o sistema anterior caso o novo microcontrolador apresente a performance desejada após a realização de alguns testes.

Assim como na primeira iteração do ciclo de *feedback*, antes de realizar a programação completa do sistema de aquisição de dados, seguindo os princípios de desenvolvimento ágil de produtos, foi planejada uma entrega parcial do sistema funcionando, onde apenas os dados de quatro canais do ADC seriam armazenados em um cartão SD na taxa de 500 Hz. Essa versão simplificada do *firmware*, caso bem-sucedida, seria uma boa indicação de que o STM32F103 possui capacidade suficiente de processamento para atender os requisitos deste projeto.

Também seguindo os princípios de desenvolvimento ágil de produtos, neste momento optou-se por realizar apenas testes em bancada com o novo equipamento, evitando o desperdício de tempo e materiais para a fabricação de uma placa de circuito para o sistema. A fabricação do *hardware* seria parte de uma futura iteração do ciclo de *feedback* caso os resultados dos testes de bancada do equipamento apresentem resultados promissores.

4.2.2.2 Medir

Após desenvolvida a versão simplificada do *firmware*, verificou-se que menos de 2 ms eram necessários para que o STM32F103 convertesse e armazenasse no cartão SD os sinais dos quatro sensores de posição dos amortecedores. Este resultado indica que o microcontrolador tem o potencial para atender os requisitos do projeto do sistema automotivo de aquisição de dados.

A etapa de construção da segunda iteração do ciclo de *feedback* foi concluída em um mês. Aproximadamente uma semana foi necessária para a busca de um novo microcontrolador compatível com os requisitos de projeto, duas semanas foram utilizadas para estudar a respeito

do novo equipamento, restando uma semana para a programação do *firmware*. A mudança de *hardware* acarretou em uma despesa de R\$58,00 com a compra de dois microcontroladores (2x R\$18,00) e um *ST Link* (R\$22,00), utilizado para carregar o *firmware* no STM32F103.

Embora apenas um microcontrolador fosse necessário para a etapa de construção deste ciclo, optou-se pela aquisição de duas unidades por questões de gerenciamento de riscos. A compra desse tipo de equipamento normalmente é realizada pela internet e caso algum erro na utilização do componente acarretasse em algum dano ao equipamento, não seria necessário aguardar pela entrega de um novo STM32F103 para que fosse dada sequência ao desenvolvimento do projeto.

4.2.2.3 Aprender

O código desenvolvido para que o STM32F103 fosse capaz de armazenar os dados de quatro canais do ADC a 500 Hz mostrou-se relativamente simples em comparação ao *firmware* desenvolvido para o Arduino Mega na primeira iteração do ciclo de *feedback*. Por conta da maior capacidade de processamento do novo microcontrolador, menos otimizações no código foram necessárias para obter os resultados desejados.

Visto que até o momento o STM32F103 se apresentou capaz de processar os sinais considerados mais críticos para o projeto do ponto de vista de programação, a decisão mais adequada neste momento, de acordo com o método *lean startup* seria perseverar, buscando implementar no *firmware* do STM32F103 o restante das funcionalidades necessárias para atender os requisitos do projeto do sistema automotivo de aquisição de dados. Além das alterações do *firmware*, para a próxima etapa do projeto, também será necessária a fabricação do *hardware* do sistema, incluindo uma placa de circuito que conecte ao STM32F103, todos os componentes necessários para a aquisição dos dados, assim como um gabinete responsável pela fixação e proteção das partes.

Mais uma vez a decisão de desenvolver uma versão parcial do projeto mostrou-se vantajosa. Neste ciclo, em pouco tempo e com a utilização de poucos recursos financeiros, foi possível verificar o potencial do STM32F103 de atender os requisitos de projeto.

4.2.3 Terceira iteração do ciclo de *feedback*

A seguir serão apresentados os resultados da terceira iteração do ciclo construir-medir-aprender. Este ciclo foi executado nos meses de junho e julho de 2019.

4.2.3.1 Construir

A terceira iteração do ciclo de *feedback* foi destinada à implementação de uma versão mais completa do *firmware* e do *hardware* do sistema de aquisição de dados. O objetivo desta etapa do projeto consistia em viabilizar um teste completo do sistema, onde todos os sinais definidos como requisitos de projeto seriam coletados ao mesmo tempo, validando o trabalho de programação do microcontrolador, além da realização de testes de campo dos componentes, expondo-os às condições reais de utilização, onde estariam sujeitos a variações de temperatura e seriam expostos a poeira e altos níveis de vibração. Os testes em campo também seriam a primeira oportunidade do autor em coletar *feedback* de usuários reais do sistema.

Ao longo do desenvolvimento do *firmware* completo do STM32F103 foram encontradas algumas dificuldades para manter a coleta dos dados dos amortecedores em 500 Hz por conta da introdução da coleta dos sinais de GPS. Visto que a recepção dos pacotes de dados de GPS recebidos via protocolo USART leva em torno de 4 ms e não pode ser interrompida por outras atividades do microcontrolador, foi necessário abaixar para 200 Hz a frequência de funcionamento do ADC para que o microcontrolador pudesse operar sem apresentar problemas. Embora a nova frequência de aquisição dos dados dos amortecedores tenha sido reduzida, foi possível concluir a programação do *firmware* respeitando todas as taxas de aquisição propostas por Segers.

Para a fabricação do *hardware* do sistema optou-se pela fabricação manual da placa de circuito e pela impressão em três dimensões (3D) do gabinete. A Figura 10 apresenta uma foto do sistema de aquisição de dados implementado após a terceira iteração do ciclo de *feedback*.

4.2.3.2 Medir

Após desenvolvida a versão completa do *firmware*, assim como o *hardware* do sistema automotivo de aquisição de dados, foram realizados três testes em campo com o produto. Dois desses testes foram realizados em kartódromos com o veículo da equipe Fórmula UFSC, enquanto um deles foi realizado em um evento de *Hot Lap* no *Speedway Music Park* em Balneário Camboriú – SC.

Esses testes possibilitaram a verificação do bom funcionamento do *firmware* do sistema e apontaram alguns pontos de melhoria para o *hardware* do produto. Enquanto o *firmware* possibilitou a gravação de todos os dados sem apresentar problemas, os usuários que

testaram o sistema se mostraram preocupados com a robustez mecânica do gabinete e dos componentes expostos do circuito.

A etapa de construção da terceira iteração do ciclo de *feedback* foi concluída em dois meses, sendo necessário um mês para conclusão do *firmware* completo do sistema de aquisição de dados e um mês para a o projeto e fabricação dos componentes de *hardware* do produto. Para a conclusão desta etapa foi necessário o gasto de R\$28,00 com a compra de um módulo de GPS, R\$30,00 com a aquisição de uma antena de GPS, R\$10,00 para o acelerômetro, R\$15 para o adaptador de cartão SD e aproximadamente R\$70,00 com a compra de material para impressão 3D e outros componentes menos significativos necessários para a fabricação do *hardware*. Também foram gastos aproximadamente R\$250,00 com combustível e inscrição no evento de *Hot Lap*, totalizando aproximadamente R\$403,00.

Figura 10 - MVP após a terceira iteração do ciclo de *feedback*.



Fonte: Autor.

4.2.3.3 Aprender

Visto que o *firmware* do sistema de aquisição de dados não apresentou problemas ao longo dos testes de campo realizados e que existe solução para os problemas de *hardware* apontados pelos usuários, a decisão mais adequada neste momento seria perseverar. Para melhor atender às expectativas dos usuários será necessária a fabricação de um gabinete mais

robusto para acomodar todos os componentes, buscando aumentar a confiança das pessoas ao manusear o equipamento. Também será necessário pensar em uma maneira mais rápida de fabricar o *hardware* do produto, visto que montagem manual de circuitos, assim como impressão 3D são métodos pouco eficientes de fabricação em maior escala.

4.2.4 Quarta iteração do ciclo de *feedback*

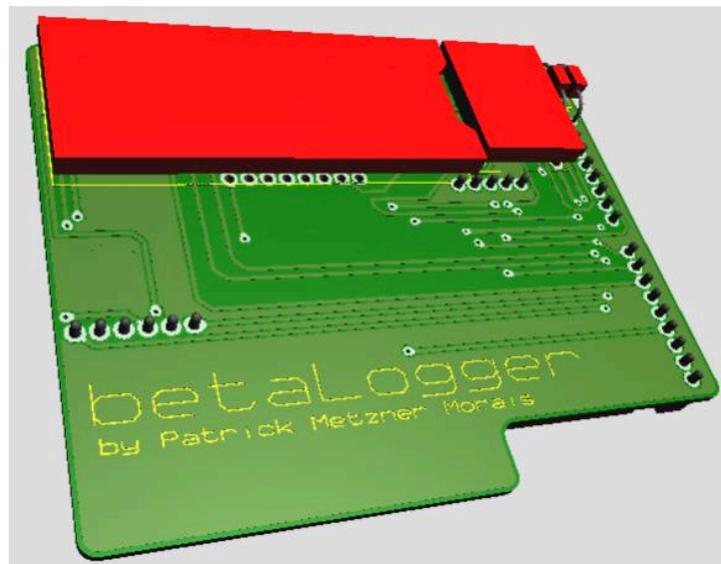
A seguir serão apresentados os resultados da quarta iteração do ciclo construir-medir-aprender. Este ciclo foi executado nos meses de agosto e setembro de 2019.

4.2.4.1 Construir

A quarta iteração do ciclo de *feedback* foi destinada à fabricação de um novo *hardware* para o sistema de aquisição de dados. Além de buscar atender aos *feedbacks* dos usuários com relação à robustez mecânica do aparelho, neste momento também foi pensado na estética e na facilidade de produção em maior escala do produto.

As soluções encontradas foram a utilização de uma caixa plástica patola de dimensões comerciais para a fabricação do gabinete do produto, assim como a produção terceirizada de placas de circuitos impressos (PCB - sigla em inglês) para os componentes eletrônicos do sistema. A Figura 11 mostra o projeto da PCB desenvolvida para o produto enquanto a Figura 12 apresenta uma foto do sistema de aquisição de dados implementado após a quarta iteração do ciclo de *feedback*.

Figura 11 – Placa de circuito impresso do sistema de aquisição de dados.



Fonte: Autor.

Figura 12 - MVP após a quarta iteração do ciclo de *feedback*.



Fonte: Autor.

4.2.4.2 Medir

A versão do MVP apresentada na Figura 12 foi testada em campo em quatro oportunidades, duas delas em kartódromos com o veículo da equipe Fórmula UFSC, uma no Autódromo Capuava em Indaiatuba - SP uma no Autódromo Internacional de Curitiba (AIC) em Curitiba - PR. Desta vez os *feedbacks* dos usuários com relação ao gabinete foram bastante positivos, no entanto um novo problema foi identificado.

No teste realizado no AIC, em diversas ocasiões pode-se observar a perda do sinal de GPS ao passar por um ponto na pista onde existem árvores com aproximadamente 25 metros de altura em ambos os lados da pista. Este problema comprometia a visualização dos dados do veículo na pista e reduzia a precisão da cronometragem dos tempos das voltas ao redor do circuito.

O novo *hardware* do sistema apresentou diversas vantagens em relação ao desenvolvido na terceira iteração do ciclo de *feedback*. Mesmo sendo necessário aguardar a fabricação e entrega das novas PCBs, o novo produto é mais robusto e esteticamente mais atrativo do que a versão anterior. O novo *hardware* custou cerca de R\$120,00 (R\$30,00 a menos do que na iteração anterior) e graças à utilização de técnicas mais eficientes de fabricação de circuitos, assim como a utilização de um gabinete comercial, a nova versão do produto pode ser montada em poucas horas. Nessa iteração também foram gastos aproximadamente R\$300,00

com combustível e outras despesas associadas aos testes em campo do sistema de aquisição de dados.

O principal fator que levou a quarta iteração do ciclo de *feedback* a ter uma duração de dois meses foi a espera pelas PCBs. Ao longo deste ciclo foram realizadas poucas alterações no produto, permitindo que a realização de mais testes do que em etapas anteriores.

4.2.4.3 Aprender

Ao longo do desenvolvimento do sistema automotivo de aquisição de dados é possível identificar uma redução na quantidade de problemas identificados a cada iteração do ciclo de *feedback*, assim como uma melhoria nas técnicas de fabricação necessárias para o desenvolvimento do produto, indicando que o projeto avança na direção correta. Embora o teste no AIC tenha permitido a identificação de uma nova falha no produto, a utilização de uma antena mais potente ou a substituição do módulo de GPS utilizado poderá solucionar o problema com a leitura dos sinais dos satélites na pista de Curitiba, fazendo com que a melhor decisão neste momento seja perseverar.

Por questões de limite de tempo para a execução deste trabalho de conclusão de curso, este capítulo cobre apenas o desenvolvimento do produto ao longo das quatro primeiras iterações do ciclo construir-medir-aprender. A continuação do desenvolvimento do sistema automotivo de aquisição de dados não faz parte do escopo deste trabalho.

4.3 RESUMO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Após a realização de uma pesquisa bibliográfica e análise da situação na qual o sistema de telemetria da equipe Fórmula UFSC se encontrava no início de 2019, levantou-se a hipótese de que as técnicas de desenvolvimento ágil de produto, assim como a metodologia de *lean startup*, poderiam trazer benefícios e auxiliar na criação do MVP de um sistema automotivo de aquisição de dados. A partir desta hipótese foi elaborado um plano de ação para alcançar os objetivos definidos para este trabalho de conclusão de curso.

Primeiramente adaptou-se o *framework* SCRUM ao projeto, viabilizando a aplicação do método para o caso particular do desenvolvimento do sistema automotivo de aquisição de dados. O início dessa etapa consistiu na definição do *backlog* do produto com auxílio do *software* Asana, assim como a priorização das tarefas necessárias para concluir o desenvolvimento da primeira versão do MVP do sistema.

Com base na estimativa das dificuldades para a conclusão das tarefas do *backlog*, foi definida que a duração ideal para as *sprints* seria de uma semana. Este tempo seria suficiente para concluir os *cards* mais difíceis do *backlog* no decorrer de um único ciclo, sem a necessidade de dividir as tarefas em mais de uma *sprint*, mas ao mesmo tempo estimularia a entrega frequente de novas versões do produto funcionando.

A definição da duração das *sprints* como uma semana mostrou-se satisfatória para o desenvolvimento do produto. O ritmo acelerado de trabalho imposto pela curta duração das *sprints*, somado à filosofia de entregas parciais frequentes do produto funcionando, possibilitou que duas versões parciais do sistema fossem concluídas com sucesso ao longo do trabalho, contribuindo para que a cada iteração do ciclo de *feedback* o produto estivesse mais próximo de atender às necessidades dos potenciais clientes.

As reuniões semanais para o planejamento, revisão e retrospectiva das *sprints*, somadas aos encontros das segundas, quartas e sextas-feiras nos moldes das reuniões diárias do SCRUM contribuíram para a comunicação eficiente entre os envolvidos com o projeto da equipe Fórmula UFSC, permitindo a realização de dois testes com o veículo na terceira iteração do ciclo de *feedback* e outros dois testes na quarta iteração do ciclo. Além de permitir a avaliação do desempenho do sistema de aquisição de dados em situações reais de uso, os testes com o veículo da equipe Fórmula UFSC permitiram o desenvolvimento do MVP do sistema de aquisição de dados de forma similar ao método *conciierge* proposto por Ries (2012). No Quadro 2 podem ser encontradas de maneira resumida algumas informações a respeito de cada uma das iterações do ciclo de *feedback*.

Quadro 2 – Resumo das iterações do ciclo de *feedback*.

Iteração do ciclo de <i>feedback</i>	Principais resultados	Tempo de execução	Custo	Decisão final
1	Sistema baseado no microcontrolador Arduino capaz de coletar dados a 100 Hz.	2 meses	R\$ -	Pivotar produto. Mudança de microcontrolador.
2	Sistema baseado em um novo microcontrolador (STM32F103) funcionando em bancada coletando dados a 500 Hz.	1 mês	R\$ 58,00	Perseverar. Desenvolver um novo <i>hardware</i> baseado no novo microcontrolador.
3	Sistema funcionando a 200 Hz com gabinete impresso em 3D testado duas vezes em campo.	2 meses	R\$ 403,00	Perseverar. Melhorar o <i>hardware</i> do produto.
4	Sistema baseado no mesmo <i>firmware</i> da versão anterior com melhorias no <i>hardware</i> . Realização de quatro testes em campo.	2 meses	R\$ 420,00	Perseverar. Buscar a solução para os problemas encontrados com o sinal de GPS.

Fonte: Autor.

5 CONCLUSÃO

Técnicas de desenvolvimento ágil de projetos, assim como ferramentas relacionadas ao método da *lean startup* têm o potencial de aumentar significativamente a produtividade das empresas e contribuem para que as organizações conheçam melhor seus públicos alvos, favorecendo a redução de desperdícios e auxiliando na entrega de valor aos seus clientes. Embora o método da *lean startup* e o desenvolvimento ágil sejam compatíveis com projetos nas mais variadas áreas, a maior parte dos livros e conteúdos acadêmicos e científicos tratam da aplicação dessas técnicas e ferramentas com um foco maior na indústria de *software*, abrindo espaço para que uma monografia a respeito da utilização dessas técnicas para o desenvolvimento de um produto físico, contribua para a geração e disseminação de conhecimentos a respeito da aplicação de desenvolvimento ágil, assim como a utilização do método *lean startup*, fora da indústria de *software*.

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo a aplicação de técnicas de gerenciamento ágil de projetos, assim como conceitos de *lean startup* no desenvolvimento do MVP de um sistema automotivo de aquisição de dados. O projeto em questão foi a continuidade do trabalho realizado pelo autor junto à equipe Fórmula UFSC e buscou reduzir os riscos de fracasso, bem como aumentar as chances de sucesso de um negócio caso fosse tomada a decisão de lançar o produto no mercado.

Para o desenvolvimento do produto foi necessária a realização de uma pesquisa bibliográfica cobrindo as principais áreas de conhecimento relacionadas com os objetivos deste trabalho. A busca foi dividida em duas partes, uma mais geral e outra mais específica. A pesquisa geral foi realizada utilizando os termos “*lean startup*”, “*agile project management*”, “gerenciamento ágil de projetos”, “SCRUM”, “MVP”, “*minimum viable product*”, “produto mínimo viável”, “*racecar data acquisition*” e “aquisição de dados automotivos”, enquanto a pesquisa específica foi feita com o intuito de localizar trabalhos de interesse que tenham sido mencionados em algumas das obras encontradas durante a etapa de pesquisa geral.

O *framework* SCRUM foi escolhido como metodologia ágil de gerenciamento a ser seguida por conta da grande popularidade do assunto no meio acadêmico e empresarial, além de seu grande potencial de aumentar a produtividade na execução de um projeto. O método da *lean startup* foi aplicado com o intuito de reduzir os desperdícios de recursos ao longo do decorrer do projeto, assim como maximizar a entrega de valor aos usuários do produto em desenvolvimento.

Embora seja mais comum a publicação de materiais com foco na aplicação de gerenciamento ágil de projetos para o desenvolvimento de *softwares*, este trabalho mostrou que também é possível aplicar as mesmas ferramentas para o desenvolvimento de outros tipos de produtos. Por conta da flexibilidade do desenvolvimento ágil foi possível adaptar, obtendo bons resultados, o *framework* SRUM para o desenvolvimento do MVP do sistema automotivo de aquisição de dados.

A aplicação do ciclo de *feedback* do método *lean startup* também apresentou resultados positivos. A utilização dos dois métodos permitiu, na primeira iteração do ciclo de *feedback*, a rápida identificação da necessidade de uma pivotação do produto, evitando o desperdício de tempo com a programação completa do microcontrolador utilizado inicialmente. Nas demais iterações do ciclo construir-medir-aprender, a união das duas metodologias permitiu que múltiplas versões do produto fossem testadas em um curto espaço de tempo, possibilitando grande interação entre o desenvolvedor e seu público alvo, evitando a necessidade de grandes alterações corretivas no produto entre um ciclo e outro.

Do ponto de vista de seus objetivos, o trabalho cumpriu com seu caráter exploratório, aumentando o conhecimento a respeito do tema estudado. O desenvolvimento do trabalho foi realizado de acordo com o procedimento técnico da pesquisa-ação, inicialmente identificando a falta de materiais publicados a respeito da utilização de conceitos de *lean startup* e metodologias ágeis de gerenciamento de projetos para o desenvolvimento de produtos fora da indústria de *softwares*, buscando em seguida um objeto, neste caso o projeto do sistema automotivo de aquisição de dados, onde pode-se trabalhar na solução na resolução do problema.

Propõe-se como trabalhos futuros, a aplicação das técnicas e ferramentas de gerenciamento ágil de projetos, assim como o ciclo construir-medir-aprender, em projetos desenvolvidos por times compostos por um número maior de pessoas, preferencialmente com caráter multidisciplinar.

REFERÊNCIAS

AMBLER, S. **Agile modeling: effective practices for extreme programming and the unified process**. New York: Wiley Computer Publishing, 2002.

BECK, K; BEEDLE, M; BENNEKUM, A; COCKBURN, A; CUNNINGHAM, W; FOWLER, M; GRENNING, J; HIGHSMITH, J; HUNT, A; JEFFRIES, R; KERN, J; MARICK, B; MARTIN, R; MELLOR, S; SCHWABER, K; SUTHERLAND, J; THOMAS, D. **Manifesto for agile software development**. Disponível em: <agilemanifesto.org/>. Acesso em: 04 jun. 2019.

BLANK, S. **Why the Lean Start-up Changes Everything**. Berkley: Harvard Business Review, 2013.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. **Action research for operations management**. International journal of operations & production management, 2002.

DANTAS, V. F. **Uma metodologia para o desenvolvimento de aplicações web num cenário global**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

EDISON, H.; SMORSGARD, N.; WANG, X.; ABRAHAMSSON, P. **Lean internal startups for software product innovation in large companies: enablers and inhibitors**. Amsterdam: Elsevier, 2018.

EISENMANN, T. R.; RIES, E.; DILLARD, S. **Hypothesis-driven entrepreneurship: the lean startup**. Boston: Harvard Business School, 2012.

ELLIOT, J. **Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio**. Campinas: Mercado da Letras, 1997.

FALOURD, G. **Scrum: entenda os conceitos e como aplicar a metodologia**. Disponível em: <www.zup.com.br/blog/scrum-conceitos-e-como-aplicar> Acesso em: 25 ago. 2019.

MANSOORI, Y. **Enacting the lean startup methodology: the role of vicarious and experiential learning processes**. Bingley: International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 2017.

MAURYA, A. **Running lean: iterate from plan a to a plan that works**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.

MELLO, C; TURRIONI, J; XAVIER, A; CAMPOS, D. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. São Paulo: Cubo, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MUELLER, R; THORING, K. **Design thinking vs. Lean startup: a comparison of two userdriven innovation strategies**. Boston: International Research Conference, 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

RIES, E. **A startup enxuta**. Tradução de Texto Editores Ltda. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

SEBRAE. **Causa mortis**. São Paulo: SEBRAE, 2014.

SEBRAE. **Sobrevivência das empresas no Brasil**. São Paulo: SEBRAE, 2016.

SEGERS, J. **Analysis techniques for racecar data acquisition**. Warrendale: SAE International, 2014.

SUTHERLAND, J. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Tradução de Natalie Gerhardt. São Paulo: LeYa, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Free Press, 2003.