

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

PEDRO LUPORINI MARTORINI

Aplicação do método de tailoring da matriz morfológica e metodologia híbrida de gestão de projeto na equipe EESC-USP Formula SAE

SÃO CARLOS

2024

PEDRO LUPORINI MARTORINI

Aplicação do método de tailoring da matriz morfológica e metodologia híbrida de gestão de projeto na equipe EESC-USP Formula SAE

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: Prof. Daniel Capaldo Amaral

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2024

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

M 387 Martoa	Martorini, Pedro Luporini Aplicação do método de tailoring da matriz morfológica e metodologia híbrida de gestão de projeto na equipe EESC-USP Formula SAE / Pedro Luporini Martorini; orientador Daniel C. Amaral. São Carlos, 2024. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2024. 1. Gestão de Projetos. 2. Tailoring. 3. Metodologias híbridas. 4. Formula SAE. 5. Project Management. I. Título.
--------------------	--

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Pedro Luporini Martorini
Título do TCC: Aplicação do método de tailoring da matriz morfológica e metodologia híbrida de gestão de projeto na equipe EESC-USP Formula SAE
Data de defesa: 18/12/2024

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Titular Daniel Capaldo Amaral (orientador)	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Lucas Gabriel Zanon	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Titular Daniel Capaldo Amaral**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Renato e Patrícia pela vida, pelo amor e pela dedicação em minha criação. É consenso na literatura que não há característica singular que distingue um líder, as características variam de contexto em contexto e não podem, necessariamente, ser replicadas. No entanto, das atitudes de vocês aprendi que liderança e educação se fazem apenas de uma forma: pelo exemplo.

À minha família, e especialmente, à minha irmã Luísa, e avó, Sandra.

À EESC-USP Formula SAE, pelos anos de trabalho duro e aprendizado. Nada é mais recompensador do que explorar os seus limites, físicos e intelectuais, com pessoas excelentes. Comprometo-me a fazer dos anos no mercado tão intensos quanto os que passei aí.

Aos colegas de Formula que estiveram nas trincheiras comigo: Leonardo Zaparolli, Elias Fadel e Júlia Furuie.

À nova geração da equipe: Thainá Brito, Matheus Borges, Pedro Codognoto e Matheus Zanelli, pela dedicação e empenho na manutenção e melhoria constante da EESC-USP Formula SAE. Desejo todo sucesso do mundo à vocês.

Aos amigos: Pedro Scatulin, Henrique Sartori e Gabriel Valdo.

Aos orientadores James Waterhouse e Luis Carlos Passarini, pelo tempo e conhecimento voluntariados a nós na melhoria contínua de processos, projetos e da equipe como um todo.

Ao Professor Daniel Capaldo Amaral, pela orientação deste trabalho e conhecimento compartilhado para a melhoria da gestão de projetos na EESC-USP Formula SAE.

“To be under pressure is inescapable. Pressure takes place through all the world: war, siege, the worries of state. We all know men who grumble under these pressures, and complain. They are cowards. They lack splendor. But there is another sort of man who is under the same pressure, but does not complain. For it is the friction which polishes him. It is pressure which refines and makes him noble.” - Santo Agostinho

“Victory is not final, defeat is not fatal. It is the courage to continue that counts” - W. S. Churchill

RESUMO

Os desafios da volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, conhecido pelo acrônimo VUCA(*Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity*) apontam para a necessidade de uma metodologia de gestão adequada às necessidades de cada situação de projeto específica, para que se possa gerir essas iniciativas de forma rápida e eficaz. A última destas transformações é o surgimento das metodologias híbridas de gestão, combinando elementos de modelos de gestão distintos, com o objetivo de encontrar soluções adequadas a cada organização, ou projeto específicos. Um dos desafios para o uso destas metodologias é o processo de adaptação das práticas, conhecido como *tailoring* na teoria atual de gestão de projetos. O presente trabalho apresenta um Estudo de Caso sobre a implementação de um modelo de gestão híbrido, desenvolvido à partir de aplicação da metodologia de *tailoring*, denominada matriz morfológica de Amaral e Bianchi (2021) para seleção das práticas de gestão adequadas para um modelo híbrido de gestão de projeto. O Estudo de Caso é realizado na equipe de competição estudantil EESC-USP Formula SAE, e a implementação é avaliada utilizando-se um questionário em escala Likert de 5 pontos, com as opiniões entre os especialistas comparadas utilizando-se o índice Kappa de concordância. Os resultados foram uma melhora percebida na organização e no cumprimento de prazos e especificações por parte da equipe. Houve sucesso em 9 das 16 dimensões avaliadas para o sucesso do projeto. Projetos futuros devem atacar a problemática de cumprimento orçamentário, não resolvida com a implementação da metodologia.

ABSTRACT

Given the high speed of innovation and the broad availability of knowledge in the 21st century, the current situation for Project management can be characterized as VUCA(Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous). Therefore, a challenge is presented for companies trying to manage their innovation and product development initiatives. Specific and tailored approaches for project management are necessary for companies that want to handle their initiatives quickly and effectively. Hybrid methodologies emerge as an alternative to manage these efforts, combining traditional and agile project management initiatives. More recently, tailoring approaches for project management models have been developed, so that businesses and teams can tailor specific project management models to fit their needs. This article presents a case study of the adoption of a hybrid management approach, based on a tailoring method that proposes a morphological matrix for the selection of project management practices(Bianchi and Amaral, 2021).The case studies the approach applied to EESC-USP Formula SAE, a Formula SAE team, and the approach is evaluated using a Likert Scale 5 points questionnaire, with results compared using Kappa's concordance index. Results were a perceived improvement on organization in the project and an enhancement in adherence to both the project schedule and specified requirements. Future projects should address the issue of budget adherence, which was not solved using the morphological matrix.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: FELICS.....	27
Figura 2: Descrição da matriz morfológica.....	29
Figura 3: Exemplo de prática de projeto na matriz morfológica.....	29
Figura 4: Modelo de customização à partir de matriz morfológica.....	30
Figura 5 - Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.....	34
Figura 6: Matriz morfológica Adaptada para a EESC-USP Formula SAE.....	44
Figura 7: Matriz morfológica resultante para EESC-USP Formula SAE.....	49
Figura 8: Divisão entre fases da equipe.....	50
Figura 9: Fases de design da equipe.....	50
Figura 10: Organograma da equipe.....	51
Figura 11: Pinça de freio E21.....	54
Figura 12: Pinça de freio no interface design.....	55
Figura 13: Pinça de freio no Final Design.....	55
Figura 14: DTM da pinça de freio em Fabrication Specs.....	56
Figura 15: Cronograma da manufatura do subsistema Aerodinâmica.....	58
Figura 16: Resultado do questionário de avaliação - Eficiência de Projeto.....	60
Figura 17: Resultado do questionário de avaliação - Impacto na Equipe.....	61
Figura 18: Resultado do questionário de avaliação - Impacto na competição.....	62
Figura 19: Resultado do questionário de avaliação - Sucesso Organizacional.....	63
Figura 20: Resultado do questionário de avaliação - Preparação para o Futuro.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - String de Busca.....	23
Tabela 2 - Informações sobre a busca realizada no Scopus.....	23
Tabela 3 - Trabalho encontrados na revisão bibliográfica.....	24
Tabela 4 - Descrição da unidade de análise.....	32
Tabela 5 - Questionário de avaliação do projeto.....	34
Tabela 6 - Provas e pontuações na competição do ano de 2023.....	37
Tabela 7 - Guia de características de projeto EESC-USP Formula SAE.....	39
Tabela 8 - Resposta ao questionário do apêndice A.....	45
Tabela 9 - Objetivos de Projeto EESC-USP Formula SAE.....	52
Tabela 10 - Práticas Seleccionadas para fase de projetos.....	56
Tabela 11 - Práticas seleccionadas para fase de manufatura.....	57
Tabela 12 - Práticas seleccionadas para gestão de projetos.....	58
Tabela 13: Índice Kappa de Concordância na avaliação das respostas ao Questionário da.....	64
Tabela 14 - Oportunidades de melhoria e pontos de sucesso da implementação.....	67
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CARACTERÍSTICAS DE PROJETO PARA APLICAÇÃO NOS MEMBROS DA EQUIPE.....	72

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	12
LISTA DE TABELAS.....	14
SUMÁRIO.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 - Projetos de competição acadêmica e o Fórmula SAE.....	18
2.3 - Desenvolvimento de automóveis e o Stage Gate.....	19
2.2 - Modelos híbridos de gestão.....	21
2.4 - Métodos de tailoring.....	22
2.5 - O método de Tailoring da matriz morfológica de Bianchi e Amaral.....	28
3. MÉTODO.....	31
3.1 Estudo de Caso.....	31
3.2 Revisão bibliográfica.....	31
3.3 Aplicação.....	32
3.4 Avaliação dos resultados.....	34
4. RESULTADOS.....	36
4.1 A competição Formula SAE.....	36
4.2 A Equipe EESC-USP Formula SAE.....	38
4.3 Aplicação da metodologia.....	38
4.3.1 Adaptação da matriz morfológica.....	38
4.3.2 Aplicação da matriz morfológica pela equipe.....	45
4.3.3 Análise de dados e seleção de práticas de projeto.....	47
4.4 Descrição do modelo de Gestão Obtido.....	50
4.4.1 Fase De Projetos.....	50
4.4.2 Fase de Manufatura.....	57
4.4.3 Fase de Testes.....	58
4.5 Resultados da aplicação do questionário sobre a implementação.....	59
4.5 Efeitos da implementação em números.....	67
5. Considerações finais e conclusões.....	68
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES.....	72

1. INTRODUÇÃO

A competição de Formula SAE anualmente desafia estudantes ao redor do mundo, colocando-os frente a frente para testar as suas habilidades, conhecimentos científicos e criatividade na construção de protótipos de carros de corrida no estilo Formula. A competição criada para incentivar os graduandos em engenharia é uma oportunidade para que os futuros profissionais possam colocar os conhecimentos em prática, com um projeto real (SAE).

Os protótipos desenvolvidos, apesar de criados por alunos de em formação, são complexos, na medida que requerem o desenvolvimentno de todos os subsistemas de um veículo de corrida. As equipes possuem em média 50 membros e o projeto consome cerca de 10.000 horas de investimento. A gestão de projetos é uma grande preocupação e fonte de vantagem competitiva para as equipes, especialmente considerando o tempo limitado, inexperiência e complexidade envolvidos. Nas palavras de Alan Gruner, juiz da competição:

“Success in the FSAE is going to depend on effective management of one of the more complex adaptive systems that you will ever encounter: a group of people. Too many engineers assume that individuals can just come together and start working. It is not that simple. To get a project the magnitude of an FSAE car together takes effective teamwork. Effective teams can build societies, pyramids, or fast cars. Ineffective teams waste resources and spoil the potential of their members.”

O ambiente de projetos desta competição pode ser categorizado, segundo Krupa e Hávek(2022), como VUCA(*Volatility, Uncertainty, complexity and ambuiguity*), ou seja, com alta volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade. Nesses ambientes, a combinação de metodologias ágeis com modelos de gestão tradicionais de projeto, naquilo que é conhecido como metodologia híbrida de gestão, tem beneficiado organizações, ao garantir equilíbrio e flexibilidade entre as demandas de planejamento de longo prazo, e a agilidade exigida pelo ambiente atual.

A complexidade em termos de quantidade de pessoas, stakeholders, número de peças e subsistemas indicaria o uso de técnicas de gestão orientadas ao plano, mais tradicionais. Porém, há necessidade de um certo grau de inovação e agilidade, dado que os membros da equipe são graduandos que estão em aprendizado, tanto de conhecimentos básicos de engenharia, quanto dos específicos ao projeto; muitas adaptações são necessárias para as contingências, especialmente de recursos humanos e materiais, comuns nesta situação (Golembiewski, 2008). A literatura atual aponta que são condições favoráveis ao uso de

modelos híbridos. Por exemplo, Brandl, Roider, Hehl e Reinhart (2021) definem ambientes como sendo adequados para implementação de metodologias ágeis aqueles que combinam complexidade e aonde ideias surgem e são aprimoradas ao longo do projeto e são aprimoradas; características identificadas na Formula SAE.

O uso de modelos híbridos, porém, é recente e, apesar da existência de propostas em diferentes campos da engenharia e ciência na literatura, como o Agile Stage-Gate (Conforto e Amaral, 2016), Agile-business Vortex (Bishop, 2017) e o Hybrid Construction Project Management Model (Laimi, 2021), entre outros, não há detalhes sobre como customizá-los (Bianchi, 2021), isso é, como aplicar o processo de *tailoring*. Também há poucos relatos sobre a sua efetividade e aplicação fora do domínio da computação (Ciric, 2018).

Neste trabalho, apresenta-se a aplicação de uma metodologia de gestão de projeto híbrida aplicada pela equipe EESC-USP Formula SAE no ciclo de competição Agosto 2023 - Agosto 2024, com o intuito de melhorar a gestão de projetos e o desempenho da equipe. O método foi desenvolvido à partir da Matriz morfológica proposta em Bianchi e Amaral (2021). O sucesso da implementação é avaliado a partir das dimensões de sucesso de projeto propostas em Shenhar e Dvir (2011), avaliadas por meio de um questionário aplicado a alguns membros da equipe no período estudado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Projetos de competição acadêmica e o Fórmula SAE

As competições estudantis nascem, no final do século 20, à partir de uma necessidade de combinar conhecimento teórico de engenharia com a prática, fornecendo aos universitários, um projeto prático onde pudessem aplicar estes conceitos. Segundo a *Society of Automotive Engineers* (SAE), o Formula SAE nasce em 1981 a partir de uma iniciativa de Ron Matthews, professor na Universidade do Texas, e é proveniente também de outras competições já organizadas, como o Baja SAE (Case, 1996). A grande diferença estava no desenvolvimento de soluções para a unidade motriz, que não era contemplada nas competições existentes.

A partir do livro de regras da competição de Formula SAE, de 2023, definimos um protótipo como um veículo de 4 rodas, descobertas, com um motor de 4 tempos de até 710 cm³ (centímetros cúbicos). Regras de dimensões mínimas, e outras regras relativas a boas

práticas de engenharia e segurança também existem, mas o projeto, dentro das normas estabelecidas nas regras, é de responsabilidade e liberdade criativa das equipes presentes.

Carroll Smith, em documento oficial no site da SAE, cita que no automobilismo, o desenvolvimento é tão importante quanto o design, e ambos são limitados pelo tempo disponível para executá-lo. Cita-se no artigo: *“The race starts at one o’clock on Sunday afternoon. If you are there, fine. If you are not there, the race starts at one o’clock on Sunday afternoon”*

A competição, portanto, tem por objetivo familiarizar os alunos com as necessidades do mercado de trabalho, em termos de gestão de recursos, tempo, capacidade e dinheiro.

Alan Gruner, no *paper*, *“Organizing a Formula SAE Team”* afirma que o maior problema encontrado por novas equipes não é a dificuldade técnica de desenhar o carro, mas aquela encontrada na gestão dos membros e dos relacionamentos com stakeholders externos. Além disso um projeto complexo e inter relacionado como um carro, exige um nível alto de organização e planejamento para ser executado. Combinado à inexperiência dos membros envolvidos no projeto, vemos que a gestão de projetos é um tópico de grande atenção para equipes de *Formula SAE*.

Os modelos híbridos de gestão de projetos surgem para atender as necessidades específicas de cada organização, levando em consideração suas características únicas relacionadas ao projeto e a equipe responsável. Portanto, vemos que a aplicação correta de um modelo híbrido de gestão pode ser uma solução para equipes de *Formula SAE*.

2.3 - Desenvolvimento de automóveis e o Stage Gate

Seward(1999), define as três principais funções do piloto de um veículo de corrida como:

- Acelerar o carro até a maior velocidade possível;
- Frear o carro o mais tarde possível e na menor distância possível;
- Contornar as curvas no menor tempo possível, finalizando-a com a maior velocidade possível;

Dessas três definições básicas, identifica-se que um carro de corrida precisa ter ao menos:

- Um sistema de propulsão, qualquer que seja, para aceleração;
- Um sistema de frenagem para diminuir a velocidade antes do contorno de uma curva;
- Contato com a pista, que garanta aderência necessária para o contorno das curvas;

Um projeto de veículo de competição contém uma série de sistemas. Eles precisam funcionar em conjunto, de forma integrada, para que a sua operação atenda às necessidades básicas. Esses sistemas interagem, formando aquilo que é conhecido como um carro de corrida. Dessa forma, dificulta-se a implementação de metodologias ágeis puras, posto que os sistemas são interdependentes.

Considerando esta linha de raciocínio tem-se um ambiente ideal para os métodos orientados ao plano. Porém, o componente da competição, marcado pela busca constante por performance, cria um ambiente de inovação. Os participantes que desejam manterem-se relevantes, precisam desenvolver novas tecnologias constantemente em curto espaço de tempo, tornando inimigas a padronização e previsibilidade. Considerando o aspecto da inovação seria mais apropriada uma abordagem ágil.

Concluimos que nem a abordagem ágil, nem a tradicional a orientadas ao plano, são suficientes para atender às necessidades de gestão de projetos das equipes de competição no automobilismo. A hipótese desta pesquisa é que o desenvolvimento de abordagem híbrida, customizada, pode trazer benefícios no desempenho do projeto e aprendizagem da equipe.

A indústria automobilística em si costuma utilizar ferramentas tradicionais de gestão de projetos. O modelo mais adotado é o Stage-Gate. Segundo Cooper (2008), criador da metodologia, ela é formada por um conjunto de Fases (*stages*) e “portões” (*gates*) para guiar a gestão do projeto. Cada uma das fases é composta por uma etapa de trabalho, coleta de informações e análise subsequente, e posteriormente, em cada um dos “gates”, decisões importantes para o andamento e progresso do projeto são tomadas, a partir dos resultados da fase anterior. Entre as principais características das fases:

- As atividades são realizadas em paralelo por equipes cumprindo diferentes funções no projeto.
- As fases são desenhadas para coletar informações que reduzem o risco do projeto em fases posteriores

Além disso, cada um dos gates, precisa, necessariamente, que certas entregas, a depender da característica específica do projeto estudado, sejam cumpridas, e permite que o projeto mova para a próxima fase apenas após o cumprimento das etapas de controle.

A prática de Stage-gate permite maior nível de iteração em projetos complexos e inovadores. Porém, os critérios adotados para os gates podem impedir o progresso do projeto caso não sejam cumpridos a tempo.

Este autor, em 2008, identificou a necessidade de adotar formas de gestão de projetos mais flexíveis (Cooper, 2008). Nos anos seguintes estudou e propôs adaptações do modelo

stage gate para o ágil (Cooper e Sommer, 2016a) e indicou uma nova fronteira de pesquisa (Cooper e Sommer, 2016b). Apesar de mostrar casos de aplicação, não apresentacomopersonalizá-los para um determinado ambiente de projeto.

2.2 - Modelos híbridos de gestão

Métodos de gestão ágeis ou cascata não são comumente implementados em sua forma pura, com adaptações nas metodologias realizadas em organizações para refletir as suas necessidades específicas(Silva, Amaral e Picirillo, 2024). Para solucionar esse problema, organizações utilizam metodologias combinadas, aplicando elementos de diversas metodologias de gestão de projetos às suas necessidades, em um arranjo conhecido como gestão híbrida de projetos(Bianchi, Conforto, Amarail e Pádua, 2024).

Em setores como o automobilístico e aeronáutico, produtos são desenvolvidos em módulos independentes, mas precisam funcionar em consonância para cumprir sua função final. Dessa forma, é dificultada a aplicação de modelos puros (Bianchi, 2021). Em contrapartida, empresas têm interesse em aumentar a velocidade e característica de inovação de seus projetos, procurando assim a implementação de modelos híbridos de gestão (Markhem, Lee, 2013). Balanceando as metodologias tradicionais e ágeis, organizações podem combinar o planejamento de longo prazo e controle do escopo do projeto, com as suas necessidade de inovação e agilidade, em modelos híbridos de gestão (Krupa, Hájek, 2022)

Conforto (2015) define como metodologias híbridas de gestão de projetos:

“A combinação de princípios, práticas, técnicas e ferramentas de diferentes abordagens em um processo sistemático que visa adequar a gestão para o contexto de negócio e tipo específico de projetos. Têm como objetivo maximizar o desempenho do projeto e produto, proporcionar um equilíbrio entre previsibilidade e flexibilidade, reduzir os riscos e aumentar a inovação, para entregar melhores resultados de negócio e valor agregado para o cliente.”

Como citado anteriormente, as metodologias híbridas surgem à partir de uma necessidade de adaptar as metodologias existentes às suas necessidades específicas. O desafio é selecionar os melhores métodos para cada organização. Além disso, é necessário alinhar às necessidades da gestão de projetos e da estratégia de negócios da empresa(Bianchi, 2021), o que culmina no que é chamado de *tailoring*, trazido pelo *Project Management Institute*

(PMI). Segundo o PMBok(2021), *tailoring* é a adaptação da abordagem de gestão de projetos, governança e processos para torná-lo mais adequado ao ambiente da organização.

Segundo Bianchi(2021), podemos aplicar o conceito de *tailoring* de maneiras diferentes, a primeira como um modelo de referência para utilização em diferentes projetos na mesma organização, a segunda desenvolvendo modelos específicos para diferentes tipos de projeto e por fim, para projetos específicos, criando um modelo de referência para uso em diferentes organizações com tipos similares de projetos. Ainda em sua dissertação, Bianchi define *Tailoring* como:

“*Tailoring* é o processo de adaptação e customização de modelos de gerenciamento de projeto por meio da análise de práticas, ambiente e agilidade, a fim de identificar os elementos mais adequados para atender às necessidades específicas de um projeto de acordo com suas características, objetivo e contexto organizacional, e assim, alinhar a gestão dos projetos com a estratégia de negócios da empresa.”

O PMBok (2021) apresenta o conceito, modelos e *frameworks* para a customização. Não há, porém, uma técnica ou metodologia específica, com passos a serem seguidos para a customização. Na literatura científica encontram-se alguns métodos de customização, como a matriz morfológica para customização de modelos de gestão proposta por Amaral e Bianchi(2021) e o *FELICS(Framework for the construction and Tailoring of Engineering Process Models)*, apresentado por Timinger, Schmildter e Reiche(2024). Estes trabalhos foram identificados em uma revisão sistemática específica para este fim, descrita em detalhes na próxima seção.

2.4 - Métodos de tailoring

Tailoring é o processo de customização da metodologia de gerenciamento de projetos, utilizando processos, ferramentas e técnicas adequados para a organização e projeto em questão e deve ser específico para este projeto. (Bianchi, 2022)

Para identificação de metodologias de customização de modelos de gestão de projetos(*tailoring*), utilizou-se a string de busca proposta por Silva (2024). Em sua revisão bibliográfica para o trabalho “Desafios e recomendações de abordagem híbrida de gerenciamento de projetos agile-stage-gate”, Silva utiliza a String de busca na Tabela 1 para encontrar artigos sobre desafios e recomendações para implementação da prática combinada stage-gate.

Tabela 1 - String de Busca

String de Busca	(TITLE-ABS-KEY (gate OR "stage-gate")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Project Management" OR "Technology Management" OR " Product Development")) AND (TITLE-ABS-KEY (iteration OR sprint OR agile OR combined OR scaled)) AND (TITLE-ABS-KEY (hybrid))
-----------------	--

Fonte: Autor, adaptado de Silva.

Neste trabalho, utilizou-se uma versão modificada da string de busca proposta por Silva(2024), para identificação de métodos de customização de metodologias de gestão de projetos. A pesquisa foi feita na base de dados Scopus. As informações sobre a pesquisa podem ser identificadas na Tabela 2. Silva(2024) fez uma pesquisa focada em encontrar artigos para o *Stage-gate* e revisões bibliográficas sistemáticas. Por isso, podemos utilizar uma versão modificada da *query* de Silva(2023) para realizar as buscas.

Tabela 2 - Informações sobre a busca realizada no Scopus

Base de dados	Scopus
Data de publicação das buscar	2023-2024
String de busca	(TITLE-ABS-KEY ("Project Management" OR "Technology Management" OR " Product Development")) AND (TITLE-ABS-KEY (iteration OR sprint OR agile OR combined OR scaled)) AND (TITLE-ABS-KEY (hybrid)) AND TITLE-ABS (tailor* OR custom*)
Trabalhos encontrados	104

Fonte: Autor

A partir da string de Silva, desenvolveu-se a string de busca modificada, que exclui o termo “*Stage-Gate*” da *string* e adiciona um componente relacionado a *tailoring*, em “*Title-abs(tailor* OR custom*)*”. O período destinado às buscas foi entre 2023 e 2024. Isso

foi selecionado pois Silva já tratou dos artigos encontrados entre 2001 e 2023, e Krupa e Hávek(2022) possuem uma revisão bibliográfica sistemática sobre o assunto de metodologias híbridas de gestão de projetos já publicada.

Como o objetivo é encontrar métodos de customização de modelos e gestão de projeto, o critério selecionado para inclusão dos artigos na revisão foi:

- Trabalhos encontrados propondo metodologias de customização foram incluídos na revisão.
- Estudos de caso, pesquisas-ação ou experiências foram incluídas na pesquisa quando o método de customização foi devidamente descrito e referenciado. Os trabalhos que não tem a metodologia descrita foram descartados da revisão.
- Artigos de revisão bibliográfica sistemática foram incluídos quando sintetizaram metodologias de tailoring.

Foram analisados os sumários de todos os artigos para decisão da inclusão ou não na revisão. O número de trabalhos está descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Trabalho encontrados na revisão bilbliográfica

Trabalhos Encontrados	104
Trabalhos Descartados	99
Trabalhos incluídos na revisão	5

Fonte: Autor

Dentre os artigos encontrados, temos quatro metodologias para *Tailoring* do modelo de gestão de projeto, e uma revisões bibliográficas sistemáticas sobre metodologias híbridas. Os trabalhos encontrados foram:

- A Method to customize hybrid models(Bianchi and Amaral, 2021)
- Selecting practices in complex technical planning projects: A pathway for tailoring agile project management into the manufacturing industry (Brandl, Roider, Hehl e Reinhart,2021)
- Opportunities and limits in designing an individual hybrid process model for project management (Konigbauer, 2021)
- A Framework for the Construction and Tailoring of Engineering Development Process Models (Timinger, Schmildter e Reiche,2024)

- Hybrid project management models: a systematic literature review Int. J. Project Organisation and Management (Krupa, 2022)

Mirzaei, Mabin e Zwikael(2024) estudam as principais características na seleção de modelos de gestão de projetos para seus modelos híbridos. O estudo afirma que o time e o tipo do objetivo do projeto são os maiores influenciadores na hora de decidir as práticas adotadas. O estudo traz um modelo que demonstra como esses dois aspectos influenciam na decisão das metodologias de projeto, e oferece uma abordagem modular ao *tailoring*. O trabalho não propõe uma metodologia de *tailoring* em si, mas busca propor uma visão mais abrangente sobre as metodologias de customização, e se posiciona contra metodologias prontas para customização, devido à variância entre diferentes projetos.

No entanto, o estudo descreve duas formas diferentes de realizar o *tailoring*, uma chamada de “*Hybrid by Method*” e outra de “*Hybrid by Phases*”. *Hybrid by Method* é quando há interação entre metodologias ágeis e *plan-driven* funcionando na mesma fase de projeto, em práticas específicas selecionadas para aquele modelo de projeto. *Hybrid by Phases* são os projetos que adotam diferentes práticas da literatura a depender da fase na qual o projeto está inserido. A metodologia *Hybrid-by-method* deve ser selecionada em projetos que tem em seu objetivo principal critérios de sucesso, como por exemplo o sucesso do caso de negócios no qual o projeto está inserido. Ela permite maior flexibilidade, e preza pelo uso de iteração ao longo do projeto, com planejamento realizado por metodologias tradicionais.

O método de *Hybrid-by-phases* é mais utilizado em equipes de projeto onde os critérios de sucesso são dados pelas métricas específicas do projeto, como tempo, custo e escopo, nesta metodologia, prega-se a utilização de métodos ágeis para gestão das tarefas em times estáveis.

É importante salientar que o trabalho não propõe uma metodologia em si para *tailoring*, apenas demonstra como e por que gestores fizeram suas customizações como fizeram e guias gerais do que fazer dependendo do objetivo do projeto e da experiência do time envolvido.

Em seu trabalho, Timinger, Schmildter e Reiche(2024) propõem uma metodologia para construção e *tailoring* de processos de desenvolvimento em engenharia. Segundo os autores, pouco se pesquisou na academia sobre o tema de *tailoring*, e eles apresentam a metodologia como alternativa para montagem do modelo de gestão do projeto para o contexto específico da aplicação.

A metodologia, chamada de *FELICS(Framework for the construction and Tailoring of Engineering Process Models)* ou Método para Construção e Customização de Modelos de

Processos de Desenvolvimento de Engenharia, foi desenvolvida analisando-se similaridades entre diversas metodologias de gestão, no sentido de sua função, ou seja, qual intuito destas ao longo do projeto. A partir disso, foram determinadas 11 dimensões, ou elementos, que devem existir em um modelo eficaz para gestão de projeto.

A dimensão funcional trata dos elementos que influenciam nos objetivos do projeto. Elas são:

- Guias: guias apoiam o projeto ao longo de todo o ciclo, facilitando a iniciação, planejamento e execução.
- Qualidade: Processos devem facilitar a avaliação de qualidade ao longo e ao final do projeto.
- Monitoramento: Monitoramento do andamento de projeto e de riscos facilita a condução do mesmo.
- Conhecimento e reflexão: Processos e normas devem garantir que o conhecimento de projetos anteriores seja adquirido e aplicado em projetos futuros.

A próxima categoria de dimensões é a de colaboração, ou seja, elementos que auxiliam a dimensão funcional.

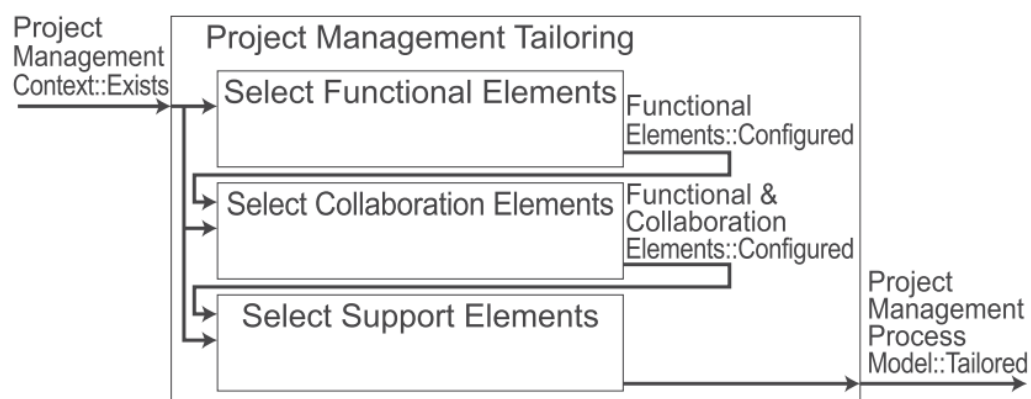
- Comunicação: Comunicação facilita a coordenação do projeto e tarefas.
- Funções: funções bem definidas facilitam a estruturação e organização do projeto.
- Sincronização e estrutura: Para que as diversas tarefas de um projeto formem um todo coeso e funcional em seu fim, estas devem ser sincronizadas de alguma forma

A última categoria trata dos elementos de suporte, que facilitam a utilização das outras categorias.

- Métodos: Métodos auxiliam na aplicação de normas e modelos padronizados.
- Ferramentas: Ferramentas facilitam a aplicação de processos ao longo do projeto
- Gestão de processos: normas de gestão de processos auxiliam na integração entre o projeto e os objetivos gerais da empresa.

O *Framework* propõe que todas as categorias listadas devem estar presentes em um modelo de gestão de projetos, e que a ausência de uma delas deve ser devidamente justificada. A seleção das práticas selecionadas para cada dimensão é escolha do gestor de projeto, uma vez que o contexto no qual o projeto está inserido é definido. portanto, a metodologia FELICS (Figura 2) dá ênfase nos componentes que devem estar presentes em um modelo *tailored* de gestão de projetos, e não necessariamente em qual prática escolher, deixando isso à critério do gestor.

Figura 1: FELICS



Fonte: Timinger, Schmildter e Reiche(2024).

No trabalho de Brandl, Roider, Hehl e Reinhart(2021), propõe-se uma metodologia para aplicação de gestão ágil em ambientes de alta complexidade técnica. A metodologia de *tailoring* proposta é composta por três fases. Na primeira fase, o objetivo é avaliar se de fato existe a necessidade de aplicação de metodologia ágil no processo em questão. Para isso, é utilizado um checklist de pré-requisitos necessários para a aplicação e um guia para avaliar a complexidade do projeto como percebida pelo gestor.

Posteriormente, a metodologia auxilia o gestor de projeto a desenvolver agilidade dentro dos processos já utilizados pelo time, incluindo algumas práticas provenientes do ágil. A última fase avalia a o sucesso da implantação em um processo contínuo, utilizando conceitos de *change management*. Apesar de propor uma metodologia para *tailoring*, a metodologia auxilia principalmente projetos já existentes, e não novas metodologias de gestão em si.

Por fim, Bianchi e Amaral(2021) propõem uma matriz morfológica para seleção de práticas de gestão e *tailoring* do modelo híbrido aplicado. A metodologia inicia-se pela aplicação de um questionário aos gestores de projeto, e posteriormente, a partir das características informadas por eles no questionário, a matriz morfológica proposta no estudo é modificada para o caso específico e selecionadas as práticas de gestão de projetos adequadas à situação.

Em seu método, os autores adaptam uma técnica de um elemento do desenvolvimento de produtos, a matriz morfológica, para possibilitar a customização de modelos de gestão de

projetos. Como foi utilizada nesta pesquisa, a próxima seção (2.5) faz uma síntese com maior nível de detalhes.

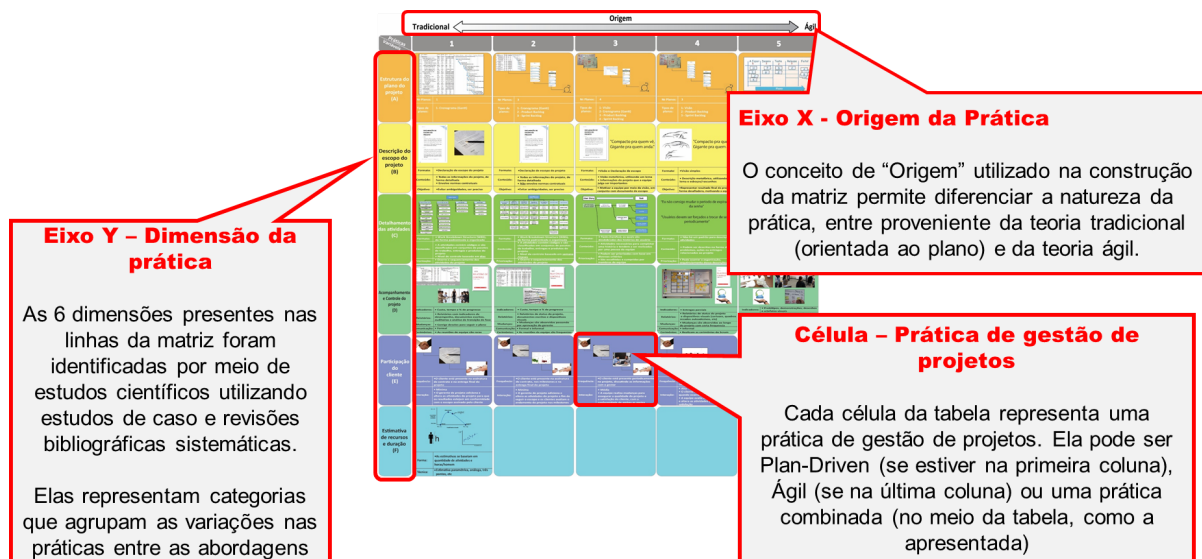
2.5 - O método de Tailoring da matriz morfológica de Bianchi e Amaral

A proposta de Amaral e Bianchi (2021) se destaca como um método específico para o *tailoring* e com aplicação simplificada e prática, voltada para não especialistas. Ela foi elaborada para que gerentes de projeto possam adaptar as práticas para o seu projeto, utilizando um conjunto inicial, sistematizado em uma matriz, denominada de Matriz Morfológica.

Dentre as propostas apresentadas, Amaral e Bianchi(2021) possui uma descrição mais operacional, com indicação de como diagnosticar as necessidades da organização e prescrever as práticas e a metodologia de gestão adequada,

A matriz é constituída por linhas, colunas e células conforme a Figura 3. As linhas(Eixo Y) contêm 6 dimensões do projeto, são elas: Estrutura do plano de projeto, Descrição do escopo do projeto, Definição das atividades, Acompanhamento e controle do projeto, Participação do cliente e Estimativa de recursos e duração. Nas colunas(Eixo X), tem-se a identificação das origens das práticas, com as colunas à esquerda sendo práticas provenientes de metodologias tradicionais e às colunas à direita com práticas provenientes de metodologias ágeis, com adaptabilidade, falibilidade e responsividade sendo priorizadas quanto mais a direita se está, e antecipação, predictabilidade e padronização quanto mais a esquerda se está na tabela. As práticas nas colunas centrais são provenientes de metodologias híbridas de gestão de projetos. Cada célula identifica uma prática de gestão de projetos para a linha selecionada e origem. Por exemplo, na dimensão de Definição das atividades, têm-se para a metodologia ágil a prática de User Stories, que é um breve resumo do que o usuário(cliente) espera daquela funcionalidade específica no projeto.

Figura 2: Descrição da matriz morfológica



Fonte: Amaral e Bianchi (2024).

Um exemplo de prática de projeto apresentada pela matriz pode ser visto na Figura 4, onde é apresentado, para a etapa de plano de projeto, uma opção posicionada na coluna central da matriz, ou seja, uma metodologia híbrida. Nesta metodologia, compila-se a visão para o produto, que é seguido por um cronograma contendo as responsabilidades macro do projeto. As tarefas são organizadas em um *backlog* contendo apenas os pontos principais do produto e iteradas utilizando-se *Sprints*. Outras práticas são encontradas nas demais colunas da matriz.

Figura 3: Exemplo de prática de projeto na matriz morfológica

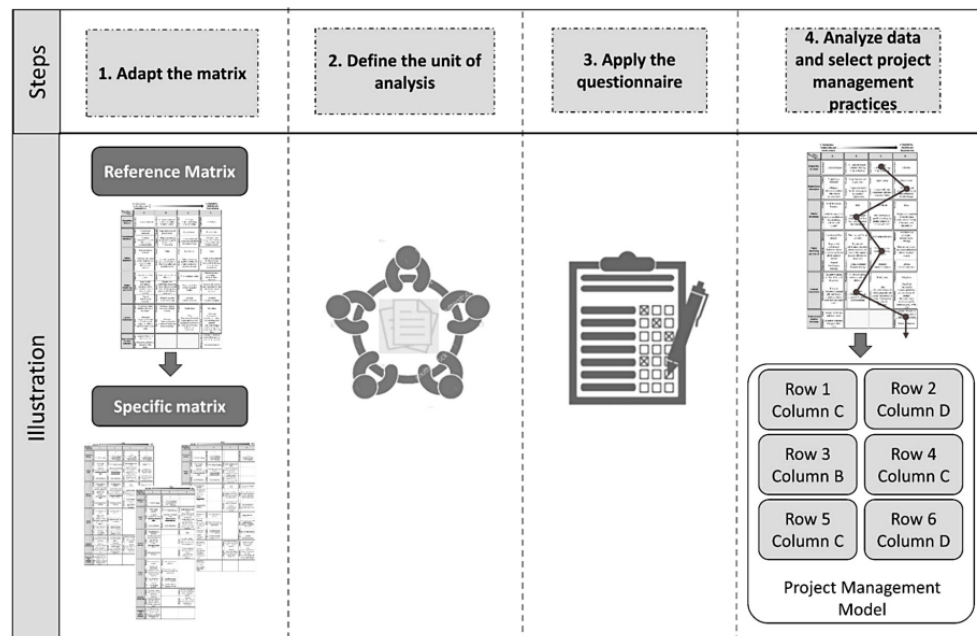


Fonte: Notas de Aula do curso de extensão em gestão de Projetos, Amaral(2024)

Trata-se de uma abordagem mais operacional e com foco no gestor e equipe de projeto que os anteriores, mais abstrato. Em função de ter sido escolhido para a aplicação, os detalhes são apresentados na próxima seção.

Os passos para a aplicação são apresentados na Figura 1. Inicia com um diagnóstico da organização e a adaptação da matriz, isso é, a criação da Matriz de Práticas de referência. A equipe identifica o escopo da aplicação, programa ou projeto, passo 2, e aplica um questionário para identificar as características deste projeto, etapa 3. O processo finaliza com a etapa 4 em que as práticas são escolhidas conforme as características observadas, culminando na síntese do modelo de gestão a ser adotado.

Figura 4: Modelo de customização à partir de matriz morfológica



Fonte: Bianchi e Amaral(2021)

3. MÉTODO

3.1 Estudo de Caso

Segundo Miguel(2012), o estudo de caso é um estudo de caráter empírico, que investiga um fenômeno atual contextualizado na vida real. Dessa forma, o estudo de caso se demonstra adequado para o teste de uma proposta teórica. Um único caso pode ser suficiente para identificar falhas de teoria.

Justifica-se a escolha do estudo de caso como metodologia adequada para avaliar o projeto em questão considerando que o *tailoring* é um fenômeno novo, especialmente no que diz respeito à aplicação de métodos para este fim, como demonstrado na revisão sistemática. A aplicação de *tailoring* em uma equipe de competição estudantil é ainda mais inédita, com apenas um artigo de publicação recente, o qual não conseguiu-se acesso até a publicação deste trabalho, *Definition of a Hybrid Project Management Approach to manage a Formula SAE Team*(Pelluso, 2024). Assim, justifica-se a escolha do estudo de caso para a avaliação do modelo de gestão customizado a partir do método proposto por Bianchi e Amaral(2021) para dar início à compreensão sobre o tema, e também como forma de identificar hipóteses e frentes de melhoria.

O autor não fazia parte do quadro de membros na equipe quando da implementação da metodologia de gestão de projeto apresentada. Apesar de ter sido membro por 4 anos, o autor atuou como consultor e conselheiro externo durante o desenvolvimento do projeto. O processo foi conduzido majoritariamente na equipe por 4 membros, ocupando os cargos de Gerente de Projetos, Diretor Geral, Gerente de manufatura e Coordenador do Estrutural. Os 4 membros em questão participaram do questionário de avaliação dos resultados do projeto.

3.2 Revisão bibliográfica

Para iniciar o estudo de caso, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, utilizando a base de pesquisa Scopus, para buscar artigos e trabalhos sobre o tema. Outros trabalhos, encontrados por meio da base de teses da USP e do Google Acadêmico, também foram utilizados. A string de busca foi baseada no trabalho publicado por Silva(2024). Os resultados podem ser encontrados na Seção 2 deste trabalho.

3.3 Aplicação

A equipe EESC - USP *Formula SAE* desenvolveu o modelo customizado de gestão híbrido de projetos (apresentado na seção resultados) no ano de 2023, com sua implementação acontecendo no ano de competição 2023-2024. A unidade de análise selecionada foi a equipe EESC-USP Formula SAE, em suas três fases principais de projeto. Os dados da equipe podem ser encontrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição da unidade de análise

Característica da unidade de análise	Descrição
Tamanho da equipe de projeto	Em torno de 60 pessoas
Orçamento	R\$ 350.000,00
Subsistemas de projeto	Freio, Suspensão, Aerodinâmica, Chassi, Motor, Transmissão, Admissão e Exaustão, Manufatura, Eletrônica e Aquisição de dados
Membros em cada um dos subsistemas	Variável, em torno de 5 por subsistema
Unidades de análise	Fases de projeto, manufatura e testes
Duração das fases	Projeto - 6 meses, Manufatura - 3 meses, Testes - 3 meses

Fonte: Autor

Os dados da Tabela 4 atestam um projeto de alta complexidade considerando a definição de Brandl, Roider, Hehl e Reinhart(2021), que deve ser executado por membros inexperientes, em um período de tempo de 1 ano no total. Considerando os membros inexperientes, tem-se que a implicação de constante novidade tecnológica para a equipe. Dessa forma, justifica-se a adoção da metodologia híbrida como forma de garantir o atendimento de *stakeholders* e normas, com os métodos orientados ao plano (tradicionais); ao mesmo tempo que se oferece adaptabilidade com o emprego de métodos ágeis.

A primeira parte do trabalho faz a descrição da metodologia híbrida adotada pela equipe, e suas etapas de implementação, desenvolvida a partir da metodologia de *tailoring* proposta no artigo “*A method to create hybrid models*” de Bianchi e Amaral, 2021. Selecionou-se esta metodologia pois foi a metodologia que fornece de fato base para a customização de um modelo de gestão à partir de características específicas do projeto,

utilizando a matriz morfológica. A metodologia proposta, detalhada na seção resultados, segundo o trabalho deve ser aplicada em 4 passos:

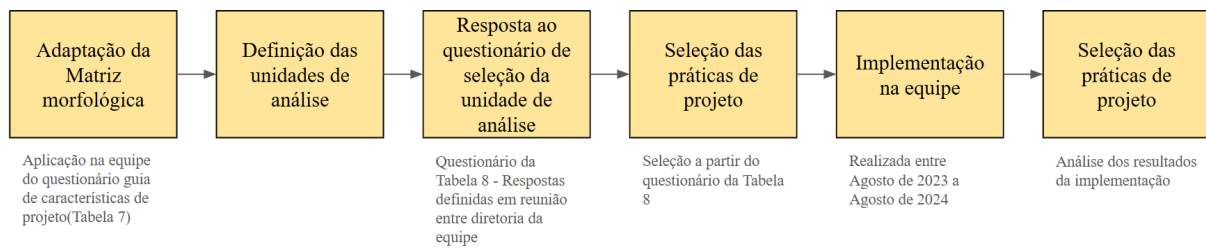
1. Adaptação da matriz morfológica para customização à partir das condições específicas do projeto, utilizando o questionário da tabela 7.
2. Definição da unidade de análise de projeto
3. Aplicação do questionário de características do projeto existente.
4. Análise de dados e seleção das práticas de projeto adequadas.

Algumas modificações na metodologia proposta por Bianchi e Amaral(2021) foram realizadas, entre elas, destacam-se:

1. Apesar de selecionada a equipe como unidade de análise, as fases do ciclo de competição foram tratadas como projetos em separado, portanto, foram criadas três rotas na matriz morfológica a partir das características de cada uma das fases. Segundo a definição encontrada em Bradl, de *“Hybrid by phases”* e *“Hybrid by Method”*, discutida na etapa de revisão bibliográfica, podemos considerar que foi adotado um *approach* de *“Hybrid by Phases”*, no sentido de se terem separado as fases de projeto para seleção dos modelos adequados, com um elemento de *“Hybrid by Method”* dentro de cada, no sentido de se terem combinado práticas do ágil e plan-driven funcionando em consonância em cada uma dessas fases.
2. O questionário de caracterização do projeto, como proposto pelos autores, foi substituído por uma reunião de discussão entre os gestores da equipe. Como a liderança da equipe é difusa e há percepções diferentes sobre as características específicas do projeto, optou-se pela modificação e pela discussão aberta como forma de melhor representar as características do projeto em questão.

Posteriormente, aplicou-se um questionário à equipe via Google Formulários, baseado nas definições de sucesso de projeto como propostas por Shenhar e Dvir(2011), para analisar a eficácia da implementação e identificar falhas e propostas de melhoria, discutidas na última seção deste trabalho. O autor do trabalho foi membro da equipe entre Março de 2020 e Agosto de 2023, mas não fazia parte do quadro de membros da equipe quando do desenvolvimento e aplicação da metodologia de gestão de projeto apresentada neste trabalho, atuando como conselheiro e observador externo. A Figura 5 apresenta um fluxograma do método de pesquisa, em ordem cronológica.

Figura 5 - Fluxograma de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autor

3.4 Avaliação dos resultados

Para a avaliação dos resultados obtidos com a implementação do modelo de gestão híbrido na EESC-USP *Formula SAE* foi aplicado o questionário da Tabela 5 em membros que participaram da equipe durante a implementação do modelo (Agosto de 2023 - Agosto de 2024) e também participaram do projeto anterior.

O questionário aplicado foi desenvolvido a partir do questionário proposto por Shenhar e Dvir(2011). As dimensões propostas pelos autores, de Eficiência, Impacto no Cliente, Impacto na equipe, Sucesso Comercial Direto e Preparação para o futuro foram adaptadas para a realidade do projeto em questão. As perguntas realizadas estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Questionário de avaliação do projeto

Eficiência	O cumprimento de prazos foi mais efetivo que nos projetos anteriores
	O controle do orçamento foi mais efetivo que nos projetos anteriores
	O cumprimento do escopo do projeto foi mais efetivo que em anos anteriores
Impacto na equipe	A forma de gestão contribuiu para a satisfação da equipe?
	Eu me senti motivado pela modelo de gestão implementado?
	A forma de gestão contribuiu para ampliar o o nível de conhecimento técnico de engenharia dos membros da equipe ao longo do projeto comparando com projetos anteriores
Impacto na competição	O projeto atendeu aos requisitos das regras de <i>Formula SAE</i>
	O projeto atendeu aos requisitos de performance pretendidos
	O projeto atendeu o objetivo de otimização da dinâmica veicular
	O projeto atendeu ao objetivo de aumento da confiabilidade
Sucesso Organizacional	O projeto contribuiu para o crescimento da organização da equipe.
	O modelo de gestão contribuiu para o crescimento da equipe.
Preparação para o futuro	O modelo de gestão adotado contribuiu para projetos futuros(vai auxiliar em novos protótipos)?
	O modelo de gestão adotado desenvolveu capacidades administrativas melhores?
	O modelo de gestão adotado permitiu identificar novas tecnologias para uso futuro?
	O modelo de gestão adotado trouxe aprimoramentos que poderão ser reutilizados?

Fonte: Autor

As afirmações foram elaboradas utilizando como alternativa para as respostas a escala Likert de 5 pontos, com o intuito de diminuir a variabilidade e facilitar a compreensão e análise de resultados. A escala adotada, para cada uma das perguntas, foi:

- Concordo Totalmente(5)
- Concordo(4)
- Neutro(3)
- Discordo(2)
- Discordo Totalmente(1)

O índice Kappa de concordância foi utilizado para verificar a concordância dos respondentes nas respostas questionário(Tabela 5) em relação ao sucesso do modelo de gestão de projetos na equipe. O índice Kappa tem por objetivo avaliar o nível de concordância entre os respondentes de uma pesquisa e eliminar a chance de concordância por sorte. (Zamanzadeh, 2014). O cálculo seguiu procedimento recomendado por Zamanzadeh (2014) índice Kappa, primeiro, foi calculado o índice, I-CVI que, para cada pergunta aplicada, calcula a porcentagem de respondentes que deram nota 4(concordo), ou nota 5(concordo totalmente) para as afirmações do questionário em relação ao número total de respondentes, expressando o nível de concordância entre os respondentes de 0 a 1. Depois calculamos o índice Pc de concordância aleatória para cada uma das perguntas, utilizando a equação $Pc = [N! / A! (N! - A!)] * 0,5^N$, onde N é o número total de especialistas e A o número de especialistas que deram nota 4 ou 5 para a dimensão específica. O índice Kappa foi então calculado para cada uma das afirmações na questionário, a partir da equação $K = (I - CVI - Pc) / (1 - Pc)$. Os seguintes critérios foram selecionados para avaliar o sucesso da implementação para cada uma das afirmações do questionário da Tabela 5:

- Se a Nota média foi superior a 3,75 e o índice Kappa superior a 0,7 , a metodologia foi bem sucedida naquela dimensão.
- Se o índice Kappa for inferior a 0,7, não há concordância entre os especialistas no sucesso da metodologia para a dimensão em questão.

4. RESULTADOS

4.1 A competição *Formula SAE*

A competição de *Formula SAE* foi criada em 1981 pela *SAE International (Society of Automotive Engineering)*, organização que regulamenta normas de segurança e padronização no setor automotivo, e teve sua primeira edição realizada em Michigan, Estados Unidos, e é uma competição de engenharia e *design* entre estudantes universitários (de graduação e pós graduação), onde os estudantes desenvolvem um protótipo de competição que é avaliado em eventos dinâmicos, com o protótipo desenvolvido, e estáticos, onde é avaliada a capacidade de engenharia e projeto de Engenharia do veículo em questão (Case, 1996).

O protótipo desenvolvido pelas equipes participantes é um monoposto de estilo “*Open-Wheel*”, ou seja, com as rodas à mostra, que deve ter motores de 4 tempos de até 710cm³ de capacidade, para uso em asfalto. Todos os protótipos devem estar em conformidade com o livro de regras da *SAE International*, e são meticulosamente inspecionados pré-competição em provas de segurança, garantindo a segurança dos alunos participantes e garantindo a qualidade e confiabilidade dos protótipos apresentados.

A competição tem por objetivo preparar alunos de graduação com habilidades e conhecimentos necessários para uma carreira no setor de mobilidade, desafiando-os com o desafio real da construção de um carro de competição idealizado, projetado, manufaturado e testado pelos envolvidos. Apesar do intuito de preparar profissionais para trabalho na indústria de mobilidade, profissionais de diversas áreas já passaram pelas competições, e disciplinas como gestão de projetos, gestão de pessoas, gestão financeira e controle de produção também são desenvolvidas no enfrentamento do desafio proposto.

As provas na competição, e suas respectivas pontuações, podem ser vistas na tabela 6.

A *Formula SAE* é atualmente realizada internacionalmente, em países como Estados Unidos, Brasil, Japão, Inglaterra, Espanha, Austrália. Na última edição realizada no Brasil, participaram 42 equipes na categoria combustão e 22 na categoria elétrico, com a maioria das grandes universidades apresentando protótipos para competição. A Universidade de São Paulo, por exemplo, possui uma equipe dedicada ao tema em todos os seus *campus* de engenharia (EESC, Poli e EEL).

Tabela 6 - Provas e pontuações na competição do ano de 2023

Prova	Descrição	Pontuação
Design Judge	Nesta prova, os projetos são avaliados por especialistas da indústria. O objetivo é avaliar a qualidade e premissas do projeto	180
Presentation	Apresentação de <i>business case</i> proposto pela organização	100
Costs	São avaliados os custos do protótipo, estimados de forma tabelada pela competição. Também é avaliada a manufatura de uma peça específica e a facilidade de manutenção do carro	120
Endurance	Corrida de 22 voltas	200
AutoCross	Volta rápida	100
SkidPad	Círculo que avalia a aceleração lateral do protótipo	75
Acceleration	Reta de 75 metros, largando parado	100
Efficiency	Prêmio dado às equipes que menos gastarem combustível durante o Enduro	100

Fonte: Autor

4.2 A Equipe EESC-USP *Formula SAE*

A EESC-USP *Formula SAE* é a equipe da Escola de Engenharia de São Carlos. Fundada em 2003, foi grande incentivadora do surgimento da categoria no Brasil, apresentando um novo protótipo em todas as edições da *Formula SAE* Brasil, desde sua concepção, em 2003. A equipe foi a primeira campeã da competição, no ano de 2003, e conquistou títulos também em 2004, 2014 e 2015. A equipe tem pódios na prova de *Design Judge* em 18 das 19 competições realizadas, e tem premiações de melhor sistema de freio e suspensão na competição de Michigan, considerada a principal competição de *Formula SAE* do mundo.

4.3 Aplicação da metodologia

Conforme delimitado na etapa de metodologia, o método apresentado por Amaral e Bianchi (2022) foi aplicado na equipe EESC-USP *Formula SAE*, com as adaptações para o

ambiente. A primeira adaptação é que a customização, *tailoring*, não foi feita para o projeto inteiro, mas utilizou-se a matriz para analisar etapas do projeto distintas, tal que o modelo de gestão fosse adaptado para cada uma delas, em função de necessidades específicas.

Foram determinadas 3 etapas ou fases, são elas:

- Fase de Projetos
- Fase de Manufatura
- Fase de Testes

A divisão decorre do fato de cada uma das fases do ciclo de competição possuírem necessidades e características diferentes em termos de gestão, cada uma delas constituindo uma etapa diferente dentro do “programa” EESC-USP *Formula SAE*, portanto, tendo um desenvolvimento separado e exclusivo do modelo de projeto.

4.3.1 Adaptação da matriz morfológica

A matriz morfológica de técnicas de gestão de projeto (Figura 5), foi adaptada para a situação específica da equipe, seguindo a metodologia. A equipe utilizou o guia de identificação de características do projeto para a adaptação. Na Tabela 7, temos o guia proposto, respondido com as características do projeto EESC-USP *Formula SAE*.

Tabela 7 - Guia de características de projeto EESC-USP *Formula SAE*

PERGUNTAS	RESPOSTAS
1. Início	
1.1. Descreva como um novo projeto começa	Todo projeto inicia-se no kick-off, definindo os objetivos iniciais da equipe.
1.2. Como os membros da equipe de projeto são definidos?	Os membros são selecionados em processo seletivo e permanecem na equipe entre dois a 3 anos, participando de mais de um projeto.
1.3. Existe uma reunião de kick-off? O projeto é documentado de alguma forma? Quem são os envolvidos?	Sim, um kick-off é realizado entre todos os membros da equipe.
1.4. É utilizado <i>Project charter</i>? Se não há documento oficial, como é descrito o Escopo do projeto e do Produto?	Não é utilizado <i>Project charter</i> . Existe uma breve descrição proveniente do kick-off, em forma de slides.
1.5. São utilizadas outras técnicas e procedimentos?	São definidos alguns objetivos gerais pré-projeto. Mas nenhum outro procedimento é utilizado.
2. Planejamento	
2.1. Como é o planejamento do projeto?	O projeto é refinado e planejado pelo gerente de projeto em conjunto com a equipe ao longo dos refinamentos de sprint e sprint planning.
o O planejamento se inicia de algum documento?	Apenas é utilizado o kick-off.
o Quem participa do planejamento?	Membros e alta gestão da equipe, apenas.
o Qual o papel do time no planejamento?	A equipe influencia o planejamento do projeto diretamente. Apesar de não necessariamente selecionar aquilo que será desenvolvida, o que fica a cargo da alta gestão, a equipe é responsável por quebrar as tarefas e estimar os tempos de desenvolvimento.
o Como a identificação dos requisitos do consumidor se dá no projeto? (Entrevistas, questionários, protótipos, etc.)	Etapa não aplicável ao projeto. Apenas os requisitos presentes na regra são informados em forma de normas documentadas no início do ciclo de projeto

o Como você identifica o que é valor para o cliente?	N/A
o O planejamento é detalhado? Qual o tempo de planejamento do plano de projeto?	O planejamento é detalhado. O horizonte é de em torno de 6 meses de projeto, 3 de manufatura e 3 de testes
o Como as atividades são definidas? Elas são sequenciadas ou priorizadas?	Na fase de Projetos, as atividades são priorizadas, com poucas precisando ocorrer em sequência. Durante a manufatura, as atividades são sequenciadas. Na fase de testes, não há sequenciamento, apenas uma ordenação dos testes realizados.
o Quais ferramentas e técnicas são utilizadas? (Reuniões, WBS, tabelas, planilhas, etc.)	Sprint planning e Refinamento de sprint, e Backlog de produto, organizados no software OpenProject. Na fase de manufatura, WBS e daily meetings. Na fase de testes, apenas uma planilha de gestão de testes e validações.
o Como ocorrem estimativas de custos e tempo?	Tempo é estimado pelos membros da equipe, custo são orçados pelo departamento financeiro ao longo do kick-off e concept design. Não há alocação de recursos.
o Existe um calensário para o projeto? Como ele é desenvolvido?	Sim, é planilhado pelo gerente de Projeto.
2.2. A empresa utiliza informações sobre projetos anteriores?	Sim, mas a sistematização ainda é problemática.
2.3. Que documentos são preparados?	Na fase de projetos, é entregue o CAD Final e um relatório intitulado "O que, como e por quê?". Na fase de manufatura, entregue apenas um relatório contendo maiores problemas e soluções encontradas. Na fase de testes, relatório todo teste com informações de desempenho, feedback dos pilotos e problemas encontrados. Validações são também documentadas individualmente. Atas de reuniões são feitas e armazenadas. Alta gestão documenta dificuldades e pontos de atenção para o próximo ano, mas não em templates específicos
2.4. Como é comunicado o plano de projeto com os envolvidos? (time, stakeholders, clientes, etc.)	Reuniões Semanais e utilizando a plataforma de comunicação da equipe, o Google chat

3. Execution	
3.1. Como a empresa sabe que está atingindo os objetivos do cliente durante a execução do projeto?	Compliance com as regras é verificado ao longo do andamento do projeto, com datas específicas alocadas para isso.
3.2. Existem reuniões de avaliação e feedback com o cliente? Testes, verificação e etc.	Não se aplica
3.3. Como a empresa avalia a qualidade do projeto?	A qualidade é avaliada por meio de alguns indicadores de Performance e validações, após a manufatura.
3.4. Como você verifica o controle de escopo, prazo e mudanças no projeto?	Verificação feita de pelo Gerente de Projetos, mas não documentada sistematicamente.
3.5. A organização utiliza diferentes tipos de protótipo?	Não são utilizados protótipos, apenas simulações virtuais.
3.6. Como ocorre a comunicação entre stakeholders?	Plataforma de comunicação(Google Chat), comunicação ao vivo na oficina da equipe e reuniões.
3.7. Como e com que frequência o cliente é contatado?	O comitê pode ser contatado por meio eletrônicos para tirar dúvidas, esporadicamente.
4. Monitoramento e controle	
4.1. Como é controlado e monitorado o projeto? o Os times utilizam algum indicador? Qual? é baseado em custos, tempo, progresso, ptotótipos, etc? o Utiliza-se indicadores de sucesso do time e cliente? E financeiros?	Atualmente o projeto é monitorado através de uma interface de uso comum de toda equipe, assim é possível acompanhar o andamento de todo o desenvolver do projeto, bem como, os possíveis gargalos que afetariam os prazos estipulados. Como é realizada reuniões para discussões de projetos entre os gestores de cada subsistema, aproveitamos esses momentos para um melhor detalhamento do projeto como um todo e possíveis soluções de contorno para os problemas. São monitorados apenas o cumprimento das tarefas. Alguns marcos também são monitorados, como os dias de concept freeze e interface design. A equipe monitora o eNPS dos membros.

o Quem participa do processo? Clientes, stakeholders? Qual a frequência da interação?	Apenas membros da equipe.
o Como ocorre a interação com o PMO?	Nas reuniões de sprint planning e sprint review. Nas dailys durante a fase de manufatura.
o Que técnicas e ferramentas são utilizadas? (Sprint review, retrospectiva, checklists, planilhas etc). Existe repositório e controle de versionamento ?	Sprint planning, refinamento de backlog, daily meetings e WBS. Todo o projeto é controlado via software OpenProject, instalado em servidor da equipe. Algumas planilhas de gestão também são utilizadas. Há um repositório de documentos no Google Drive, porém sem controle de verisionamento.
4.2. Que documentos são utilizados no processo? Quem é responsável por atualiza-los?	Os documentos principais de cada subsistema são de responsabilidade do gerente, e as entregas maiores, de responsabilidade do gerente de projeto
5. Closing	
5.1. Como o projeto é fechado?	O projeto é encerrado quando todos os testes e validações são feitos, e o carro está pronto para competir.
o Como são tratadas as lições aprendidas?	Não há forma sistemática de armazenamento das lições aprendidas
o Quem participa deste processo?	A equipe como um todo, quando ocorre.
o Que ferramentas são utilizadas neste processo?	Não há utilização de ferramentas específicas para o fechamento do projeto.

Fonte: Autor, adaptaado de Amaral e Bianchi(2021)

O primeiro resultado interessante é a necessidade de uso de um modelo híbrido. O escopo do projeto não é detalhado, havendo flexibilidade para alterações. Esta adaptabilidade levaria ao uso de métodos ágeis. Porém, há normas a serem atendidas, prazos rígidos e o produto complexo com muitos subsistemas e equipe menos experiente, demandando o uso de métodos tradicionais.

A equipe utilizou a metodologia tradicional pura e também a ágil *SCRUM*, também em sua forma, pura, ambos falharam em atender as necessidades da equipe. Uma observação que reforça o diagnóstico.

Aprofundando-se mais no histórico da equipe, foi observado que a metodologia tradicional falhava, principalmente, em função da baixa previsibilidade, decorrente direto de falta de experiência; além disso não é trivial prever com precisão prazos em um projeto onde a equipe é nova. A metodologia ágil falhou, entre outros, pela dificuldade de detecção de interfaces e atividades predecessoras; por exemplo, são comuns em um protótipo de corrida. Portanto, a busca por um modelo de gestão híbrido faz sentido para este ambiente.

A análise das experiências anteriores permitiu identificar mudanças nas práticas propostas por Bianchi e Amaral (2021). A principal adaptação em relação está na linha de “*Customer Involvement*”, substituída por uma linha chamada “*rules compliance*”. Apesar de não existir cliente para o projeto, este deve estar em consonância com as regras, apresentadas no ato de inscrição da equipe na competição, e na inspeção realizada na competição.

A pontuação na competição é influenciada por múltiplas variáveis, imprevisíveis e não necessariamente mensuráveis, como performance dos protótipos, falhas mecânicas, condições climáticas e outros. Portanto, não foi incluído na matriz nenhum componente relacionado à competição, apenas o componente relacionado a “*Rules Compliance*”, que garante que o veículo esteja pronto para participar da competição. O resultado da adaptação foi a matriz morfológica resultante, apresentada na figura 6.

Figura 6: Matriz morfológica Adaptada para a EESC-USP *Formula SAE*

	More Anticipation, Predictability and Standardization			More Adaptability, Feilxibility and Responsiveness				
	A		B		C		D	
Project Plan Structure	Types of plan	1- Schedule(Gantt)	Types of plan	1 - Schedule(Gantt) 2 - Product Backlog 3- Sprint Backlog	Types of plan	1- Product Backlog 2 - Sprint Backlog	Types of plan	1- Kanban
Project Scope Description	Format	Project Scope Statement	Format	Scope statement and project Vision	Format	Project Canvas		
	Content	All project information in detail May involve contractual rules	Content	Project info team judges do be important Project vision	Content	Logical and visual components organized in question blocks		
Activity Breakdown	Format	Work Breakdown Structure	Format	Tasks				
	Content	Activities have codes and are classifie into work packages, deliveries and products. May involve contractual rules	Content	Activities needed to complete a user story. Tend to be carried out by a time person.				
Project Monitoring and control	Indicators	Cost, time and % of progress	Indicators	Cost, time and Partial Deliveries				
	Reports	Reports with KPI's, written docs, audits and phase transition analysis	Reports	Reports with performance indicator, written docs and visual artifacts				
	Cerimones	Formal and Non-frequent meetings	Cerimones	Formal and informal frequent meetings				
Rules compliance	Frequency	At competitoin inspection						
	Interaction	Rule book Safety measures						
Resources and duration estimation	Form	Amount of acitivites, man-hours						
	Technique	Parametric estimation, analogoues, three points						

Fonte: Autor, modificado de Bianchi e Amaral(2021)

4.3.2 Aplicação da matriz morfológica pela equipe

A etapa do questionário foi substituída pela discussão entre os gestores da equipe sobre as características do projeto, pelos motivos justificados na seção de metodologia. Uma reunião foi realizada na qual os gestores debateram as características do questionário de práticas do projeto, presente no Apêndice A. As conclusões obtidas em consenso pelos gestores da equipe podem ser vistas na tabela 8:

Tabela 8 - Resposta ao questionário do apêndice A

Perguntas	Respostas
1. Em relação a estrutura organizacional:	4
2. Qual o tempo médio de experiência do gestor de projeto no desenvolvimento de projetos na organização?	3
3. Qual o tempo médio de experiência do time de projetos no desenvolvimento de projetos na organização?	3
4. Qual o tamanho do time de projeto?	3
5. O time de projeto, consiste em:	4
6. Selecione a opção que representa a realidade do time com relação à localização:	3
7. Com relação ao resultado do projeto, a maior inovação é:	1
8. Com relação à complexidade, isso envolve:	2
9. Habilidade no desenvolvimento do projeto específico:	3
10. Com relação à urgência de completude, é necessário:	2

Fonte: Autor, modificado de Bianchi e Amaral (2021).

A partir dos resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Tempo do projeto: O tempo total até a entrega do produto final, é o carro pronto para competir. Ele é crítico e deve ser completado o mais rápido possível. A data da

competição não muda, e qualquer tempo economizado é tempo de desenvolvimento extra. Apesar disso, alinhado aos objetivos da equipe, a fase de projetos tem maior importância do que as fases posteriores, pois é nesta fase que novas tecnologias e capacidade técnica da equipe será desenvolvida.

- A fase de testes também é importante, e tempo ganho de desenvolvimento impacta diretamente na performance do produto final. Apesar disso, não há correlação direta entre maior tempo de desenvolvimento e performance, com os retornos diminuindo quanto mais tempo é dado para esta fase. É de interesse da equipe minimizar o tempo dedicado a manufatura. Apesar de necessário garantir a qualidade desta fase, com um bom projeto e organização, consegue-se diminuí-la, liberando espaço para outras fases importantes.
- A estrutura organizacional é centralizada e possui alguma especialização. Porém é pouco burocrática e as relações são em sua maioria informais.
- O tempo médio de experiência dos gestores é de 1 a 3 anos, e dos membros é em torno de 1 ano, com alguns membros sem experiência alguma, e outros com mais de 1 ano de equipe. A rotatividade entre membros é alta, e a necessidade de se preencherem cargos relevantes com membros inexperientes ocorre com frequência. O projeto exige alto nível técnico, mas possui membros, em sua maioria, inexperientes.
- O time de projeto sempre é maior do que 30 pessoas. Ocorre entrada de novos membros duas vezes por ano, que precisam ser treinados.
- O time é diverso e contém membros com diferentes experiências e habilidades, complementares à execução. No entanto, todos se juntam ao projeto inexperientes e sem conhecimento técnico.
- A equipe está localizada espacialmente de forma próxima, com a disponibilidade de um espaço físico dedicado, e todos os membros residindo na mesma cidade.
- Com relação ao componente de inovação, a maioria das inovações encontra-se em alguns componentes do protótipo, com a equipe ocasionalmente desenvolvendo componentes inovadores em relação ao projeto anterior. Considerando o mercado como a competição brasileira, a equipe também traz ocasionalmente inovações. A inovação geralmente se dá na forma de cumprir determinada função, e não em uma nova funcionalidade ou produto em si. No entanto, a equipe foi responsável por diversas inovações no Brasil ao longo da sua história, como as pinças de freio, câmbio eletro-pneumático e difusor de ar.

- Com relação à complexidade, o projeto exige que diversos sistemas funcionem em conjunto para atingir o mesmo objetivo, e pode ser considerado de alta complexidade. Em uma montadora, geralmente sistemas como um todo são comprados de outros fornecedores, que são mais capacitados do que a montadora no projeto e fabricação daquele sistema específico, como os discos e pinças de freio. A EESC-USP *Formula SAE* preza pela verticalização de sua cadeia de suprimentos, devido ao alto nível de customização exigido pelo projeto e pelas regras da competição. Portanto, temos um projeto extremamente complexo, apesar do “baixo” nível de inovação envolvido.
- Com relação às habilidades, muitas habilidades são de domínio da equipe de projeto, mas a in experiência dos membros pode ser problemática para o desenvolvimento do projeto. Existem lacunas de conhecimento, e essas variam de ano a ano, pois cada equipe possui experiência e habilidades de projeto diferentes. Em diversos casos, a qualidade do projeto foi prejudicada pela perda de conhecimento entre gerações da equipe, e isso pode ser identificado analisando a pontuação da equipe ao longo das competições.

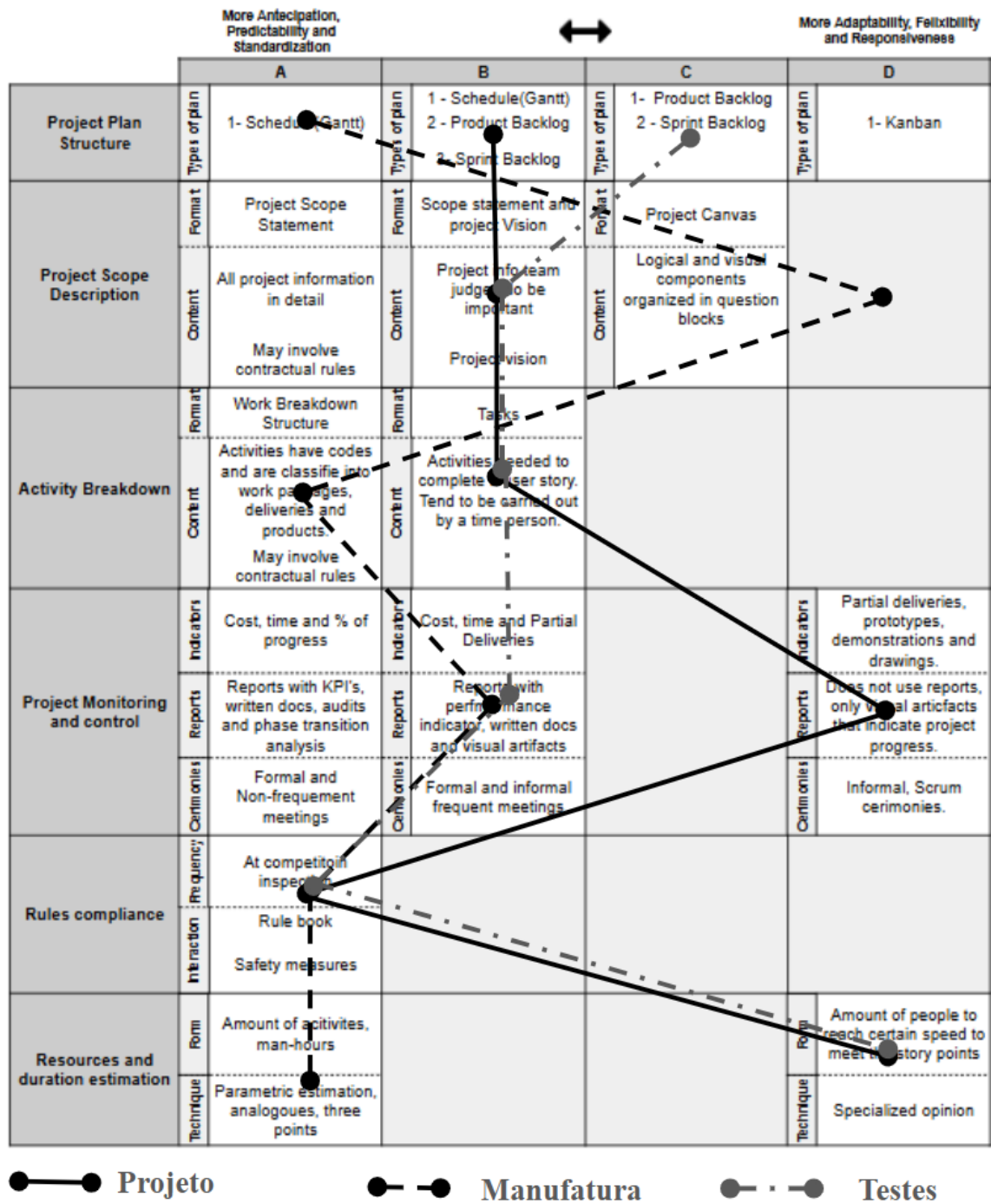
Após a coleta das informações do questionário, a equipe selecionou os processos adequados para cada fase (projeto, manufatura e Testes)

4.3.3 Análise de dados e seleção de práticas de projeto

A matriz morfológica resultante, a partir dos dados coletados no questionário de guias do projeto (Tabela 5), para cada uma das unidades de projeto analisadas: Projeto, Manufatura e Testes) é a seguinte:

As principais diferenças estão na gestão do escopo e no monitoramento do projeto. Durante a fase de projetos, o escopo é gerado a partir de um *scope statement*, e as entregas são avaliadas utilizando metodologias do ágil. Isso ocorre, pois, apesar de existirem precedências nas tarefas de desenvolvimento, a fase é altamente criativa e o uso de CAD (*Computer Aided Design*), permite alta flexibilidade durante esta etapa. Na fase de manufatura, temos a utilização e metodologias tradicionais de gestão, com um diagrama de Gantt gerindo o plano de projeto e as tarefas gerenciadas utilizando-se WBS (*Work Breakdown Structure*). Isso ocorre pois a fase é altamente programática, e aprendizados de projetos passados podem facilmente ser utilizados para prever a duração das tarefas. A fase de testes é planejada a partir de um *backlog* de testes e validações realizados e exige planejamento das validações, agendamento de pistas e preparação da equipe para os testes.

Apesar disso, não há tarefas de alto nível criativo e inovador, portanto, é gerenciada com entregas parciais e estimativas de tempo. Portanto, verificamos que a fase de projetos é a mais inovadora e com o escopo mais fluído, enquanto as fases de manufatura e testes são altamente rigorosas e prpogramáticas com o dispêndio de tempo e recursos.

Figura 7: Matriz morfológica resultante para EESC-USP *Formula SAE*

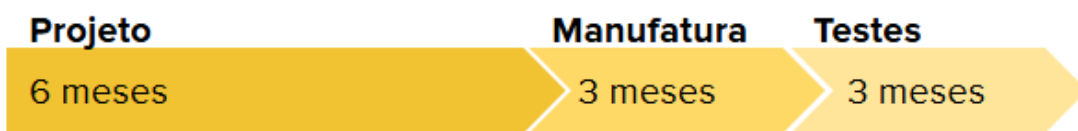
Fonte: Autor

Utilizando a matriz apresentada na Figura 7, foi selecionado o modelo de gestão, que será descrito em detalhes na seção 4.4

4.4 Descrição do modelo de Gestão Obtido

Tipicamente, o ciclo de projeto, manufatura, teste e competição de um protótipo de *Formula SAE* dura um ano, seguindo os objetivos e fases da competição, como citados na seção 4.1. Encerra-se imediatamente após cada competição. Os tempos e recursos alocados e a divisão entre as fases são particularidades de cada equipe, mas no desenvolvimento deste projeto, a divisão macro das etapas de projeto pode ser vista na figura 8. Como demonstrado na figura 8, da matriz morfológica, foram selecionadas práticas diferentes para cada uma das fases.

Figura 8: Divisão entre fases da equipe



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

4.4.1 Fase De Projetos

A primeira fase “macro” do ciclo de competição é chamada de fase de projetos. O objetivo principal desta fase é projetar o veículo que será construído e competirá ao final do ciclo de competição. Podemos caracterizar a entrega final desta fase como: CAD completo de veículo e documentação necessária para fabricação, que acontecerá na fase de manufatura. A equipe divide esta fase a partir do diagrama encontrado abaixo. Esta divisão (Figura 9) foi baseada na metodologia *Stage-gate*, proposta por Cooper(2008), mas foi desenvolvida a partir de um painel de especialistas com ex-membros da equipe, que hoje fazem parte da indústria automobilística. A utilização do painel teve por objetivo coletar opiniões de inúmeras pessoas que já se envolveram com o projeto, e que discutiram como utilizar a metodologia “*Stage-Gate*” da forma mais adequada para a equipe.

Figura 9: Fases de design da equipe

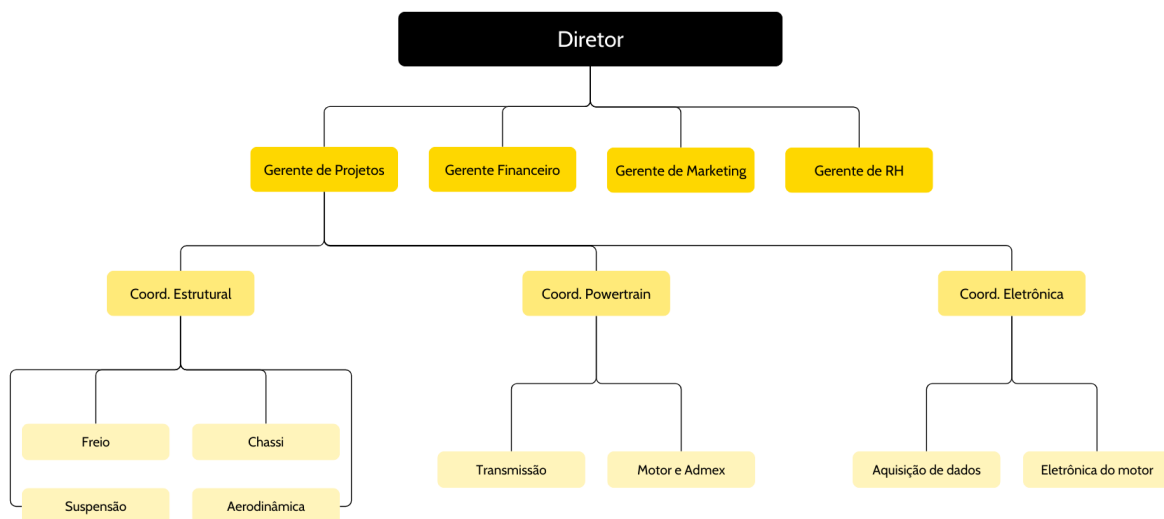


Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

Durante a fase de projetos, a equipe optou por seguir uma combinação de metodologias ágeis de gestão, com o uso de “*gates*” para gestão do projeto, como mostrado na figura 8. As entregas de cada “*gate*” serão descritas posteriormente.

O projeto inicia-se com uma reunião de “*kick-off*”, ritual de iniciação organizado pela alta gestão, onde os gerentes, responsáveis por cada um dos subsistemas do veículo apresentam os planos dos projetos que pretendem implementar e suas prioridades na construção do novo veículo. Essa fase é realizada de maneira simples, com cada um dos gerentes apresentando suas contribuições em *slides* com *template* livre. O organograma da equipe pode ser visto na figura 10, que apresenta os cargos e subsistemas. O *kick-off* dá início a fase de “*Project Plan*” descrita na matriz morfológica.

Figura 10: Organograma da equipe



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

A equipe também definiu missão, visão e valores, além de dois objetivos principais de projeto: a otimização da dinâmica veicular e o aumento da confiabilidade. Esses objetivos visam direcionar as iniciativas para um ponto comum entre subsistemas na escolha dos componentes que serão desenvolvidos para o carro, e em sua estratégia geral. Métricas de sucesso também são definidas para o protótipo, com cada equipe decidindo suas métricas a partir de análises singulares, sem metodologia definida. Os projetos são então debatidos e são escolhidos aqueles que serão desenvolvidos para o protótipo. Na tabela 9, podemos ver esses objetivos. A eficácia da gestão de projetos será posteriormente avaliada a partir do atingimento destes objetivos.

Tabela 9 - Objetivos de Projeto EESC-USP *Formula SAE*

Objetivo	Métrica
Aumento da Dinâmica Veicular	Não Metrificável
Aumento da Confiabilidade	Não metrificável
Massa	170kg
<i>Yaw Rate em SkidPad</i>	65 graus/segundo
Diferença entre massa projetada e real	5%

Fonte: Autor

Após a definição dos objetivos da equipe, cada subsistema define seus próprios objetivos, que devem ser metas numéricas definidas a partir de simulações em cada um dos subsistemas.

É importante esclarecer que, todo ano, diversos componentes são reutilizados do projeto anterior, integralmente, ou adaptados para acomodar outras mudanças no veículo; com alguma inovação de projeto. Um exemplo: Todo carro, necessariamente, precisa ter discos de freio no sistema de frenagem, portanto, a equipe tem 3 opções: utilizar o componente do ano anterior, fazer pequenas modificações no projeto para adaptá-lo às diferenças no projeto atual ou desenvolver um disco completamente novo, usualmente para introduzir uma inovação: em forma, materiais, função, entre outras.

Assim, o nível de inovação varia para cada sistema ou subsistema. Há componentes que carregam maior grau de incerteza e inovação, convivendo com componentes menos inovadores, com maior previsibilidade no tempo dedicado ao projeto. Por fim, há os componentes de grande inovação, que demandam tempo de desenvolvimento significativo. Para atenuar o risco, costuma-se planejar de forma que não sejam vitais para o funcionamento do carro. Como exemplo, citamos o difusor de ar na parte inferior do carro. Este é um componente inovador, desenvolvido do zero pela equipe em 2015, que impacta a performance e qualidade do projeto, mas não é necessário para o funcionamento do carro. Podemos identificar que o projeto combina elementos de alta previsibilidade, e de baixa previsibilidade, devido a variação do nível de inovação em componentes do mesmo projeto.

A partir dessas condições, a equipe decidiu utilizar metodologia baseada no *SCRUM* para o gerenciamento da fase de projetos. A escolha mostra-se adequada em um ambiente de inexperiência dos membros em projeto e manufatura. Apesar de grande parte dos componentes do veículo serem similares em função aos anteriores, a constante rotatividade e inexperiência dos membros prejudica a utilização de metodologias cascata nesta fase, pois estimativas relativamente precisas de investimento de tempo não podem ser feitas.

Na versão desenvolvida e utilizada pela equipe, os projetos são quebrados em tarefas menores para cada subsistema, que são armazenadas todas em um *Backlog* de Produto. As tarefas são pontuadas em *Story Points* pelo chefe do subsistema, que define quais desenvolverá em cada *Sprint*. As *Sprints* duram 2 semanas, e as cerimônias realizadas são a *Sprint Planning* e o Refinamento de *Backlog*.

A equipe optou por não realizar retrospectiva de *sprint*, *daily meetings* e revisão da *sprint*, principalmente pois a equipe de projeto não tem dedicação exclusiva, compatibilizando o tempo no projeto com os esforços da graduação.

O acompanhamento da *sprint* e comunicação interna é feito utilizando a ferramenta de comunicação da equipe, o *Google Chat*. Não há cargos Definidos de *Scrum Master*, nem de *Product Owner*, porém, o chefe do subsistema funciona como Product Owner do seu próprio subsistema, organizando e desenvolvendo seu próprio *Backlog* e distribuindo as atividades entre os membros de seu subsistema. Os cargos de gerente de projetos, Diretor Geral, gerente de manufatura, coordenador estrutural, coordenador da eletrônica e coordenador do Powertrain auxiliam os chefes no desenvolvimento dos seus projetos e na gestão das interfaces entre eles.

Os cargos de coordenador são ocupados por membros mais experientes da equipe, como consultores internos que facilitam o desenvolvimento do projeto removendo bloqueios e garantindo a qualidade das entregas, em função similar, porém não idêntica, a de um *Scrum Master*. Segundo a equipe, a utilização do *SCRUM* permite maior flexibilidade na gestão da fase de projetos, devido ao alto grau de inovação em alguns componentes e inexperiência dos membros, permitindo que ajustes rápidos sejam feitos sem prejudicar o andamento do projeto.

Apesar da flexibilidade promovida pelo *SCRUM*, a natureza do projeto não permite que novos componentes sejam simplesmente desenvolvidos e integrados ao veículo. Existe uma ordem de desenvolvimento que deve ser seguida, e diversos componentes são interdependentes, necessitando que sejam projetados em conjunto. Dessa forma, conjuntamente ao *Scrum*, a equipe implementou as fases de *Concept Design*, *Interface*

Design, Final Design e Fabrication Specs, durante a fase de projetos, como “*stages*”. As fases funcionam muito bem em conjunto com o *SCRUM*, pois permitem mais espaço para iteração e desenvolvimento contínuo dentro da fase de projetos, ao definir interfaces e permitir trabalho paralelo de desenvolvimento das equipes de projeto.

A fase de *concept design* tem por objetivo definir as interfaces entre subsistemas, adaptar o ambiente de projeto às regras da competição, identificar possíveis conflitos no desenvolvimento e montagem final e promover uma visualização generalista do protótipo, que será refinado depois. Nesta fase, são criados espaços (Figura 10) no ambiente virtual de desenvolvimento (CAD) para cada um dos subsistemas, que devem estar em conformidade com as regras da competição.

Além deles, são definidas algumas dimensões importantes para o veículo, como o entre-eixos, pontos de fixação da suspensão, fixações do motor, entre outros. A definição desses limites permite que os membros de diferentes sistemas desenvolvam atividades projetuais concorrentes, respeitando os limites impostos. Após a definição das restrições, os subsistemas começam a desenvolver seus projetos e dar forma ao protótipo, ainda sem a necessidade de elementos de fixação e otimização dos componentes. Ao final da fase ocorre o *concept freeze*, momento no qual os espaços de trabalho e principais peças são definidos e não podem ser alteradas até o fim do projeto. Na figura 11, podemos verificar a pinça de freio E21 do protótipo E21 no *Concept Freeze*.

Figura 11: Pinça de freio E21



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

A fase propicia um segundo benefício para a equipe. Um protótipo de corrida é diretamente influenciado pelo seu projeto cinemático, ou seja, pelas formas como as forças interagem com o veículo, e são distribuídas ao longo de sua estrutura. Dessa forma, decisões relativas às dimensões do veículo e posicionamento de alguns componentes, como o motor, são vitais para o bom desempenho e funcionamento do protótipo. Portanto, a pré-definição

dessas dimensões e aplicação das restrições para desenvolvimento contribuem diretamente para o desempenho final do veículo, e à iteração promovida pelas restrições em conjunto com a agilidade trazida pela metodologia ágil, potencializam o efeito positivo na performance do veículo.

A fase seguinte é chamada de *interface design*. O objetivo é definir claramente as interfaces entre peças adjacentes e garantir uma montagem sem conflitos. Os elementos de fixação devem estar presentes ao final do *interface design* (Figura 12). As peças são verificadas e testadas em uma série de simulações para garantia de que não existam interferências e que cumpram suas funções.

Figura 12: Pinça de freio no interface design



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

Após o *interface freeze*, onde as fixações e mudanças da fase de *interface design* são fechadas, inicia-se o *final design*, onde o carro é otimizado ao máximo, com alívios de peso realizados em todas as peças e apresentado em sua forma final (Figura 13). O protótipo deve estar completo no ambiente virtual e em compatibilidade com as regras.

Figura 13: Pinça de freio no Final Design



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

Após o *final design*, temos a fase de *Fabrication Specs*, onde são gerados desenhos técnicos mecânicos de todas as peças, definidas as tolerâncias dimensionais e os processos de

Tabela 10 - Práticas Seleccionadas para fase de projetos

Dimensão da Matriz	Prática seleccionada
Project Plan Structure	Backlog da Sprint e Backlog do Produto
Project Scope Description	Visão de projeto e Declaração de escopo
Activity Breakdown	Tarefas, não divididas em <i>Stories</i> , apenas listadas
Project Monitoring and Control	Entregas parciais, desenhos técnicos, prtótipos e demonstrações. uso do stage-gate para guiar o progresso no projeto.
Rules Compliance	Medida a partir do atendimento as regras no desenhos dos <i>gates</i>
Resources and duration estimation	Pessoas envolvidas para cumprimento das tarefas.

Fonte: Autor

Na Tabela 10, mostra-se as práticas seleccionadas para a etapa de projeto, de acordo com a matriz morfológica.

4.4.2 Fase de Manufatura

O objetivo da fase de manufatura é fabricar o protótipo desenvolvido na fase de projetos. Apesar de existirem itens com alto grau de inovação para fabricação, a fase de *fabrication specs* permite alta previsibilidade e organização para esta etapa. Desta forma, a equipe preferiu seguir uma programação convencional de projeto, utilizando o método cascata tradicional com um diagrama de gantt para gerenciar o projeto. Porém, para garantir alinhamento e velocidade, o elemento das *daily meetings* foi trazido do SCRUM e é utilizado durante toda etapa de manufatura, realizado de forma escalonada entre alta gestão e chefes e posteriormente, entre os chefes e seus membros.

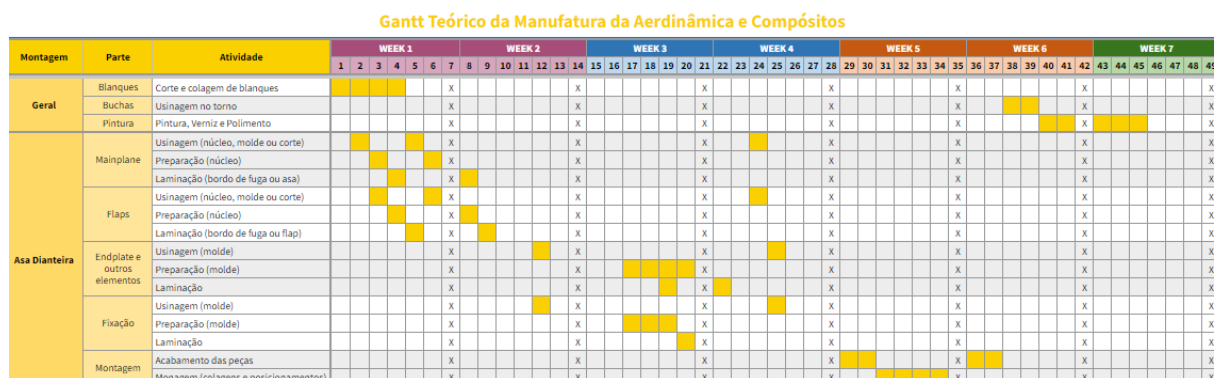
A combinação destas metodologias permitiu a identificação das características de projeto e da utilização da matriz morfológica. Foi seleccionada a inflexibilidade da gestão cascata(Figura 15), pois na opinião da equipe, seria possível progredir de forma mais organizada e eficiente do que com a metodologia ágil, mas as *daily meetings* ajudam a diagnosticar e resolver problemas rapidamente.

Tabela 11 - Práticas selecionadas para fase de manufatura

Dimensão da Matriz	Prática Escolhida
Project Plan Structure	Diagrama de Gantt
Project Scope Description	Sem declaração de escopo. Apenas são utilizados os desenhos técnicos da fase <i>Fabrication specs</i> .
Activity Breakdown	<i>Work Breakdown Structure</i> (WBS)
Project Monitoring and Control	Custo, tempo e entregas parciais.
Rules Compliance	Medida ao longo de toda a fase.
Resources and duration estimation	Número de atividades medidas em horas.

Fonte: Autor

Figura 15: Cronograma da manufatura do subsistema Aerodinâmica



Fonte: EESC-USP *Formula SAE*

4.4.3 Fase de Testes

A fase de testes é o momento no qual o carro manufaturado é testado e desenvolvido. Apesar de pouca inovação ocorrer nesta etapa, o processo é altamente iterativo e programático. Validações e testes específicos precisam ser realizados, mas algumas etapas só podem ser realizadas após o cumprimento de requisitos específicos, o que pode atrapalhar o cumprimento do planejamento. Como exemplo, citamos os testes destinados à encontrar o setup de suspensão ideal para prova de Autocross, que só podem ser realizados com todos os subsistemas em pleno funcionamento.

A fase é programada com um cronograma pelo Gerente de projetos e são feitas reuniões semanais para alinhamento. Não são definidas restrições entre etapas e precedências de tarefas. Os eventos de testes ocorrem em intervalos pré-definidos, geralmente duas vezes

na semana, e o alinhamento das atividades que precisam ser desenvolvidas é realizado em duas reuniões semanais. Esta fase pode ser considerada de caráter mais “operacional”, mas elementos da gestão de projeto como cronograma e um *backlog* de testes são utilizados na gestão.

Tabela 12 - Práticas selecionadas para gestão de projetos

Dimensão Da Matriz	Prática Escolhida
Project Plan Structure	Backlog da Sprint
Project Scope Description	Declaração de escopo contendo objetivos e requisitos de validação.
Activity Breakdown	Tarefas
Project Monitoring and Control	Tempo e entregas parciais avaliados a partir do atingimento de certos objetivos, vindos da declaração de escopo.
Rules Compliance	Medidas de segurança durante os testes . Atendimento às regras foi verificado ao longo da fase de projeto e manufatura.
Resources and duration estimation	Número de atividades medidas em horas.

Fonte: Autor

4.5 Resultados da aplicação do questionário sobre a implementação

Para avaliar a implementação e os resultados da mudança do modelo de gestão de projeto, foi aplicado o questionário apresentado na etapa de metodologia. O questionário foi distribuído para a equipe e respondido por 12 membros, todos participantes do projeto antes e após a implementação do modelo de gestão híbrido.

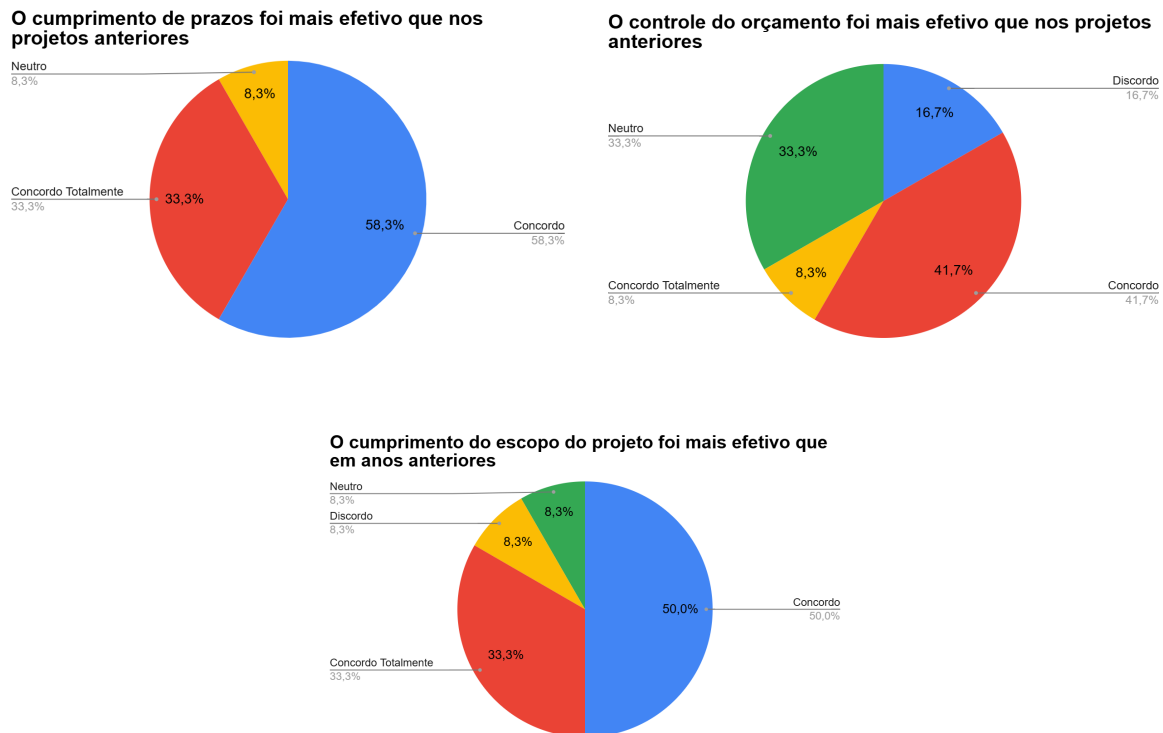
Destes (a hierarquia de cargos é explicada em seção anterior):

- 1 foi membro em anterior e posteriormente a implementação.
- 1 foi chefe de subsistema e manteve-se chefe de subsistema durante a implementação.
- 3 foram chefes de subsistema anteriormente e assumiram cargos de Liderança na equipe na implementação (Diretor, Gerente de Projetos e Gerente de manufatura)

- 1 era membro e assumiu cargo de liderança(Dinamicista Veicular) na implementação
- 6 eram membros anteriormente e se tornaram chefes durante a implementação.

Para o quesito eficiência de projeto, o resultado está na figura 16.

Figura 16: Resultado do questionário de avaliação - Eficiência de Projeto

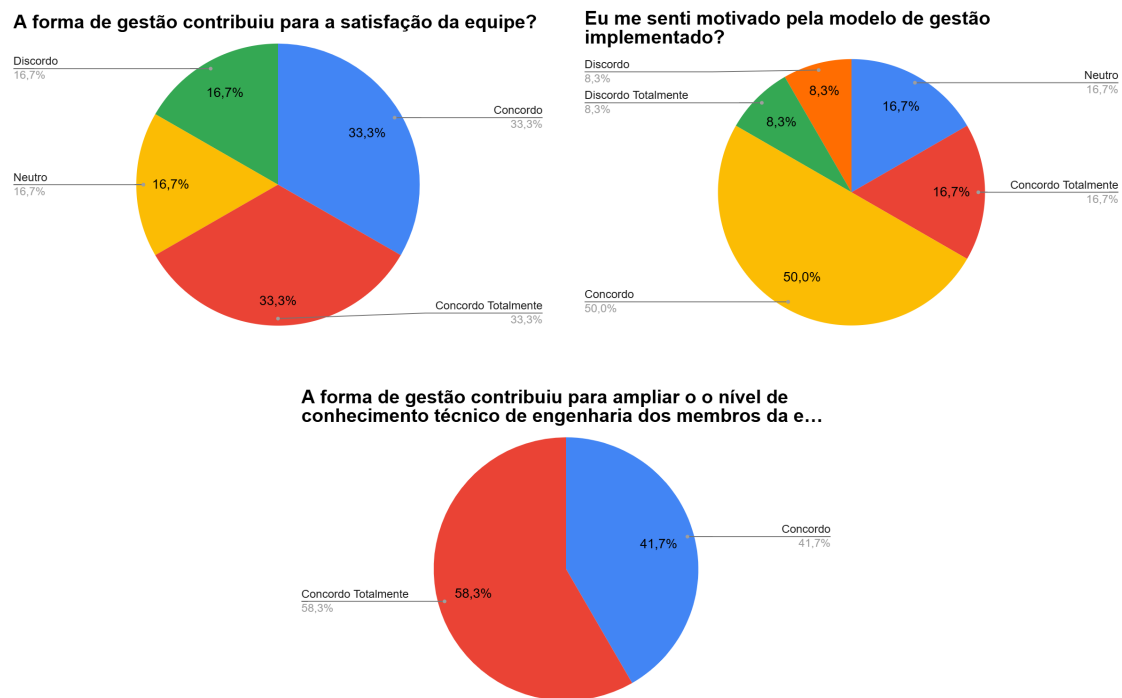


Fonte: Autor

Podemos observar, a partir dos resultados apresentados na figura 16, que para a dimensão de eficiência, duas das três perguntas tiveram mais de 80% dos respondentes concordando com as afirmações propostas. O destaque fica para o controle orçamentário do projeto, que teve 33% dos membros neutros, e 16,7% destes discordando totalmente da afirmação de que o controle orçamentário foi mais efetivo após a implementação do projeto.

Com relação a dimensão de impacto na equipe, os resultados obtidos estão na figura 17.

Figura 17: Resultado do questionário de avaliação - Impacto na Equipe

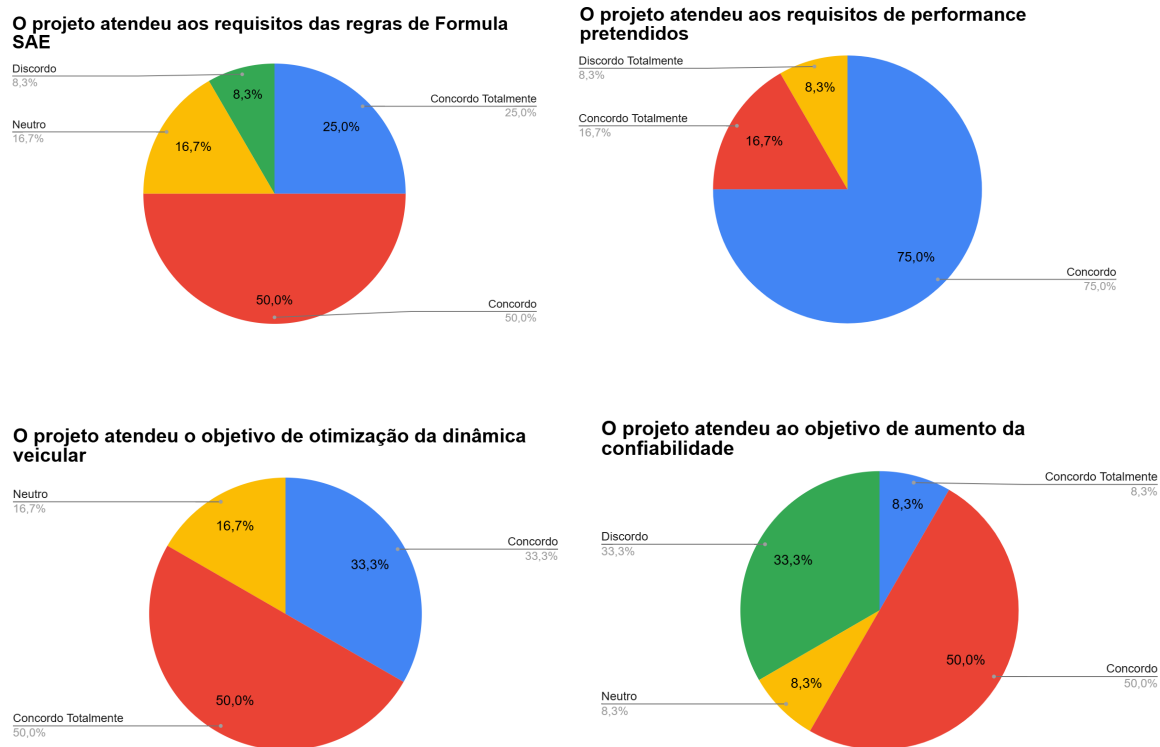


Fonte: Autor

Os dados da figura 17 indicam que a gestão híbrida foi bem sucedida no quesito de ampliação do nível de conhecimento técnico da equipe, mas que ainda há espaço para melhoria da motivação e satisfação dos membros com o projeto. Em um projeto onde não há incentivo financeiro para permanência e dedicação dos membros, este se torna um ponto de grande atenção.

Na dimensão de Impacto na competição, os resultados estão na figura 18.

Figura 18: Resultado do questionário de avaliação - Impacto na competição



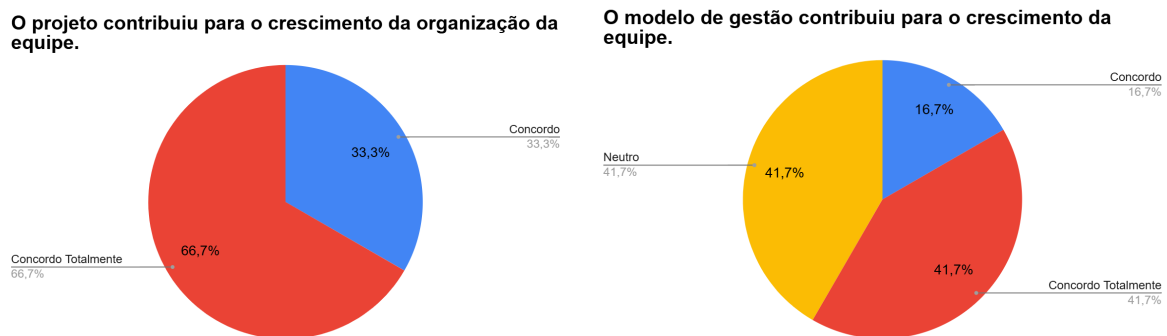
Fonte: Autor

Observa-se claramente pela figura 18, que, na opinião de alguns membros, o objetivo de aumento da confiabilidade não foi atingido. Isso se dá principalmente por uma falha mecânica ocorrida no terceiro dia de competição, que impediu que o carro competisse nas provas de Autocross, SkidPad e Aceleração. Apesar disso, o carro competiu e terminou a prova de Enduro. Apesar de falhas serem, em alguns casos, imprevisíveis, esses dados serão tratados como oportunidade de melhoria para o modelo aplicado.

No geral, os resultados indicam que os objetivos de dinâmica veicular e performance foram atendidos; o carro foi aprovado nas inspeções técnicas da competição, e portanto, atendeu aos requisitos impostos pela regra.

Na dimensão de Sucesso Organizacional, temos os resultados na Figura 19. A equipe claramente demonstrou maior organização durante o ano, com 100% dos respondentes concordando com esta afirmação. Apesar de em sua maioria concordarem que o modelo de gestão contribuiu para o crescimento da equipe, 33% foram neutros com relação a afirmação.

Figura 19: Resultado do questionário de avaliação - Sucesso Organizacional

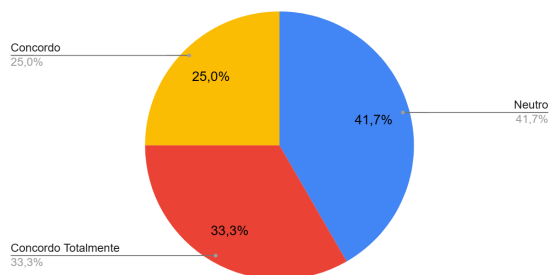


Fonte: Autor

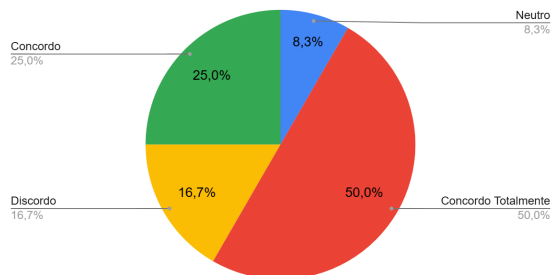
Por último, na figura 20, os resultados da dimensão de preparação para o futuro. Os resultados foram avaliados à partir do cálculo do índice Kappa de concordância, utilizando os critérios citados na etapa de metodologia. Os resultados estão na Tabela 13. A última coluna contém a interpretação dos resultados pelo pesquisador.

Figura 20: Resultado do questionário de avaliação - Preparação para o Futuro

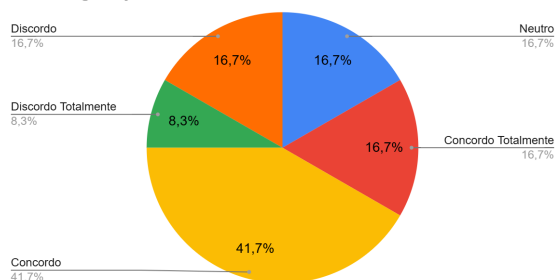
O modelo de gestão adotado contribuiu para projetos futuros(vai auxiliar em novos protótipos)?



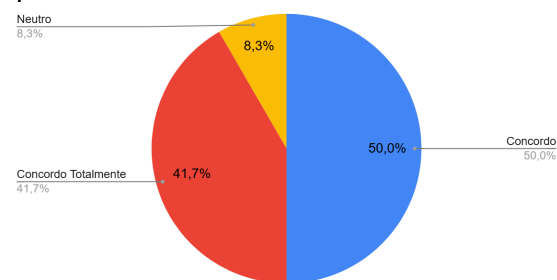
O modelo de gestão adotado desenvolveu capacidades administrativas melhores?



O modelo de gestão adotado permitiu identificar novas tecnologias para uso futuro?



O modelo de gestão adotado trouxe aprimoramentos que poderão ser reutilizados?



Fonte: Autor

A Análise das respostas ao questionário utilizando-se o índice Kappa de concordância, como foi apresentado na seção de Metodologia, pode ser vista na Tabela 13.

Tabela 13: Índice Kappa de Concordância na avaliação das respostas ao Questionário da

Pergunta	Nota Média	Índice Kappa de Concordância	Resultado
O cumprimento de prazos foi mais efetivo que nos projetos anteriores	4,250	0,916	Sucesso
O controle do orçamento foi mais efetivo que nos projetos anteriores	3,417	0,354	Não houve concordância
O cumprimento do escopo do projeto foi mais efetivo que em anos anteriores	4,083	0,831	Sucesso

A forma de gestão contribuiu para a satisfação da equipe?	3,833	0,621	Não houve concordância
Eu me senti motivado pela modelo de gestão implementado?	3,583	0,621	Não houve concordância
A forma de gestão contribuiu para ampliar o o nível de conhecimento técnico de engenharia dos membros da equipe ao longo do projeto comparando com projetos anteriores	4,583	1,000	Sucesso
O projeto atendeu aos requisitos das regras de <i>Formula SAE</i>	3,917	0,736	Sucesso
O projeto atendeu aos requisitos de performance pretendidos	3,917	0,916	Sucesso
O projeto atendeu o objetivo de otimização da dinâmica veicular	4,333	0,831	Sucesso
O projeto atendeu ao objetivo de aumento da confiabilidade	3,333	0,483	Não houve concordância
O projeto contribuiu para o crescimento da organização da equipe.	4,667	1,000	Sucesso
O modelo de gestão contribuiu para o crescimento da equipe.	4,000	0,483	Não houve concordância
O modelo de gestão	3,917	0,483	Não houve

adotado contribuiu para projetos futuros(vai auxiliar em novos protótipos)?			concordância
O modelo de gestão adotado desenvolveu capacidades administrativas melhores?	4,083	0,736	Sucesso
O modelo de gestão adotado permitiu identificar novas tecnologias para uso futuro?	3,417	0,483	Não houve concordância
O modelo de gestão adotado trouxe aprimoramentos que poderão ser reutilizados?	4,333	0,916	Sucesso

Fonte: Autor

O modelo de gestão adotado na equipe foi bem sucedido no atingimento dos objetivos de prazo e especificação, conforme avaliado pela equipe. Verificamos também que o nível de conhecimento técnico foi melhorado; e a percepção da equipe é de estar mais preparada e disposta para projetos mais inovadores. A organização da equipe é outro objetivo atendido com sucesso. A equipe organizada, com maior nível técnico e cumprindo os prazos e especificações tende a ter um carro mais confiável. A aplicação do *Stage-gate* na fase de projeto também permite que o objetivo de aprimoramento da dinâmica veicular seja atingido, ao permitir desenvolvimento paralelo de projetos. Também é consenso, pelo questionário, que o modelo *tailored* adotado foi mais efetivo do que os modelos de gestão anteriores.

Apesar de bem sucedido na aplicação de novas tecnologias para uso futuro e de melhoria das capacidades administrativas da equipe, identificamos uma desconexão entre resultados de perguntas nessa etapa. Apesar de 91,7% dos respondentes concordarem que os aprimoramentos trazidos pela novo modelo de gestão podem ser reutilizados, 41% foi neutro em relação a afirmação de que o modelo contribuiu para projetos futuros. Portanto, trataremos esse ponto como uma oportunidade de melhoria. Outra oportunidade de melhoria

é o controle orçamentário do projeto, que, segundo os membros em sua maioria, não melhorou com a implementação da metodologia.

Assim, na Tabela 14, podemos identificar pontos de sucesso nesta primeira iteração do modelo, e pontos que devem ser melhorados em uma próxima iteração.

Tabela 14 - Oportunidades de melhoria e pontos de sucesso da implementação

Pontos de Sucesso	Pontos de melhoria
Cumprimento de prazos	Controle orçamentário do projeto
Cumprimento de Escopo	Melhoria da satisfação dos membros da equipe
Aumento do nível de conhecimento técnico	Motivação dos membros da equipe
Atendimento as regras da competição	Aumento da confiabilidade do protótipo
Atendimento dos objetivos de performance	Satisfação e motivação dos membros
Atendimento do objetivo de otimização da dinâmica veicular	Contribuição para o crescimento da equipe
Aumento da organização da Equipe	Contribuição para projetos futuros
Melhoria das capacidades administrativas	Identificação de novas tecnologias para uso futuro
O modelo trouxe aprimoramentos que serão reutilizados em protótipos futuros	

Fonte: Autor

Apesar de em 7 das 16 dimensões de projeto não existir concordância entre os respondentes sobre o sucesso da implementação, todas as dimensões foram avaliadas com notas acima de 3, não existindo discordância generalizada sobre nenhuma das dimensões avaliadas.

4.5 Efeitos da implementação em números

Após a implementação do novo modelo de gestão, em entrevistas realizadas com a equipe, foram constatadas as seguintes melhorias:

- O tempo de manufatura diminuiu de 6 para 2 meses. O principal responsável por isso foi a identificação do gargalo principal como sendo a manufatura do chassi, e o

desenvolvimento de projetos para mitigação dos efeitos desse gargalo. Isso foi possível, graças ao uso da *WBS(Work Breakdown Structure)* nesta fase do projeto.

- A nota da prova de *Design Judge*, na apresentação do modelo de gestão da equipe, melhorou de 19,1 para 23,5 pontos, contribuindo para o resultado final da equipe.
- Foi constatado também que a economia de tempo durante a manufatura liberou tempo na fase de projetos para inovações, o que pode ser identificado a partir da quantidade de novos projetos implementados em 2023 em comparação a 2024, que foi de 2 para 11. A qualidade de projeto da equipe também melhorou, o que fica comprovado pela nota na prova de *Design Judge*.

5. Considerações finais e conclusões

O trabalho descreve a customização e implementação de uma metodologia de gestão de projeto híbrida na equipe EESC-USP *Formula SAE*. O caso em questão apresentava um histórico e condições consideradas adequadas para o uso de modelos híbridos, segundo a literatura, uma boa oportunidade para se avaliar os métodos de personalização de modelos híbridos. Optou-se pelo uso da metodologia desenvolvida com base na matriz morfológica proposta por Bianchi, 2021. Dentre as metodologias encontradas na literatura, foi avaliada por membros da equipe que tiveram contato tanto com a metodologia anterior, quanto com a metodologia híbrida estudada neste trabalho.

A matriz morfológica proposta por Bianchi e Amaral(2021) permitiu que a equipe, a partir de dados e características específicas do ambiente de projeto estudado, selecionasse a combinação de metodologias adequadas entre o ágil e o tradicional, para a gestão do projeto EESC-USP *Formula SAE*. A Matriz morfológica permitiu que fosse escolhida, dentre o leque apresentado na matriz, as técnicas adequadas. Isso permitiu a equipe combinar a previsibilidade trazida pelas metodologias ágeis com a flexibilidade e tolerância a inovação proposta nas metodologias ágeis, o que, como mostrado pelos resultados do questionário de avaliação, foi de grande sucesso para a equipe.

No entanto, foi necessário que a equipe combinasse a proposta da matriz com outras metodologias de gestão de projetos(como o *Stage-Gate* na fase de projetos) para que o método de gestão adotado pela equipe fosse o mais adequado possível. Um possível ponto de melhoria identificado no uso da matriz é que a metodologia proposta aborde como o usuário ou gestor do projeto deve buscar as técnicas de gestão de projetos mais adequado ao seu caso

na literatura, e incremente as técnicas propostas na matriz com aquelas encontradas e tratadas por ele.

Houve concordância entre os especialistas no sucesso da aplicação da metodologia de gestão híbrida de projeto em 9 das 16 dimensões avaliadas pelo questionário da Tabela 5, calculadas utilizando-se o índice Kappa de concordância.

Como impactos positivos da utilização da metodologia híbrida, citam-se principalmente a melhoria significativa no cumprimento de prazos e especificações de projeto e melhoria de organização e conhecimento técnico da equipe. A diminuição do tempo de manufatura foi em grande parte resultado da implementação da metodologia híbrida e apenas foi possível devido às práticas adotadas durante a fase de projetos, também resultado da implementação. Os objetivos gerais de otimização da dinâmica veicular e de aumento da confiabilidade também foram positivamente impactados.

Como pontos negativos, citam-se o baixo impacto que a metodologia teve em atender diretamente o objetivo de confiabilidade, satisfação dos membros e controle orçamentário. As respostas sobre a pergunta de confiabilidade foram diretamente impactadas por uma quebra ocorrida na competição, que, como constatado posteriormente, poderia ter sido evitada com melhor controle de manutenção durante o ano. O objetivo de controle orçamentário não foi contemplado na implementação da metodologia e é ponto de melhoria para futuras iterações. A satisfação dos membros deve ser investigada para que se tirem conclusões concretas se a baixa satisfação é decorrência do modelo de gestão ou de outros fatores, não sendo possível tirar qualquer conclusão a partir do questionário.

A equipe pode melhorar futuras iterações combinando as técnicas da metodologia de gestão com outras metodologias de gestão financeira, controle de qualidade e gestão dos aspectos técnicos do projeto para que obter o máximo da metodologia híbrida. O desenvolvimento dessas ferramentas é um tópico para pesquisas futuras. Outro tópico para pesquisa é como integrar o modelo de gestão híbrida customizado em organizações que possuem projetos atuando diretamente em conjunto com suas operações do dia-dia, como consultorias estratégicas, equipes de corrida e escritórios de projeto.

REFERÊNCIAS

About SAE Formula Events - About Formula. Disponível em: <https://www.sae.org/attend/student-events/about-formula>

BENNIS, W.; NANUS, B. **Leaders: The strategies for taking charge**. Nova York: Harper & Row, 1985.

BIANCHI, M. J. et al. Recommendation of Project Management Practices: A Contribution to Hybrid Models. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 69, n. 6, p. 3558–3571, 2022.

BIANCHI, M. J.; AMARAL, D. C. A method to create hybrid models using a morphological matrix. **Journal of Modern Project Management**, v. 9, n. 1, p. 49–63, 2021.

BIANCHI, Michael Jordan. Ferramenta para configuração de modelos híbridos de gerenciamento de projetos. 2017. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. doi:10.11606/D.18.2017.tde-25092017-142303. Acesso em: 2025-01-12.

BRANDL, F. J. et al. Selecting practices in complex technical planning projects: A pathway for tailoring agile project management into the manufacturing industry. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 33, p. 293–305, 2021.

CIRIC, D. et al. **Agile Project Management in New Product Development and Innovation Processes: Challenges and Benefits beyond Software Domain**. TEMS-ISIE 2018 - 1st Annual International Symposium on Innovation and Entrepreneurship of the IEEE Technology and Engineering Management Society. **Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.**, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85056557867&doi=10.1109%2fTEMS-ISIE.2018.8478461&partnerID=40&md5=f4f32ee86abac32de0a82746df3f37fc>

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. **Journal of Engineering and Technology Management - JET-M**, v. 40, p. 1–14, 2016.

COOPER, R. G. Perspective: The stage-gates® idea-to-launch process - Update, what's new, and NexGen systems. **Journal of Product Innovation Management**, v. 25, n. 3, p. 213–232, 2008.

COOPER, R. G.; SOMMER, A. F. The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. **Journal of Product Innovation Management**, v. 33, n. 5, p. 513–526, 2016a.

COOPER, R. G.; SOMMER, A. F. Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. **Industrial Marketing Management**, v. 59, p. 167–180, 2016b.

COOPER, Robert G. What's next?: After stage-gate. *Research-technology management*, v. 57, n. 1, p. 20-31, 2014.

GOLEMBIEWSKI, D. MANAGING STUDENT VEHICLE PROJECTS The Non-Technical Side. **Formula SAE Online**, Data. Disponível em: <https://www.fsaeonline.com/cdsweb/gen/DownloadDocument.aspx?DocumentID=b5810708-3509-4552-af8a-f601e50cfc52> . Acesso em: 11/12/2024

GRUNER, A. Organizing a Formula SAE® Team. [s.l: s.n.]. **Formula SAE Online**, Data. Disponível em: <https://www.fsaeonline.com/cdsweb/gen/DownloadDocument.aspx?DocumentID=9b3eea51-0da5-4dbe-a1b6-12f8430c6f58> . Acesso em: 11/12/2024

BIANCHI, Michael Jordan e TORKOMIAN, Ana Lucia Vitale e AMARAL, Daniel Capaldo. Proposta de modelo híbrido para o gerenciamento de projetos em um centro de pesquisa e inovação. 2021, Anais.. São Carlos, SP: EESC/USP, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/cbgdp2021-2888>. Acesso em: 12 jan. 2025.

KONIGBAUER, M. **Opportunities and limits in designing an individual hybrid process model for project management**. 2021 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2021 - Conference Proceedings. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85115434775&doi=10.1109%2fE-TEMS51171.2021.9524858&partnerID=40&md5=9ca6a33d5e80ae800a959561f84ae876>>

KRUPA, M.; HÁJEK, J. Hybrid project management models: a systematic literature review. **International Journal of Project Organisation and Management**, v. 16, n. 2, p. 233–261, 2024.

MIRZAEI, M.; MABIN, V. J.; ZWIKAEI, O. Customising Hybrid project management methodologies. **Production Planning and Control**, 2024.

SEWARD, D. **Race Car Design**. Suffolk, Inglaterra: Palgrave, 2014.

SILVA, H.S.; AMARAL, D.C.; PICCIRILLO, I. N.. Combining Quality and Agile: A Contribution to Hybrid Models in Regulated Environments. In: IAMOT Conference, 2024, Porto. Human-centered Technology Management for a Sustainable Future . Porto: International Association for Management of Technology, 2024, v.1, p.27 - 27.

TIMINGER, H.; SCHMIDTNER, M.; REICHE, F. A Framework for the Construction and Tailoring of Engineering Development Process Models. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 71, p. 715–736, 2024.

SILVA, M. D. **Desafios e recomendações da abordagem híbrida de gerenciamento de projetos Agile-Stage-Gate**. 2024. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2024.

ZAMANZADEH, V.; RASSOULI, M.; ABBASZADEH, A.; MAJD, H.; NUKANFAR, A.; GHAMRAMANIAN, A. Details of content validity and objectifying it in instrument development. **Nursing practice today**, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CARACTERÍSTICAS DE PROJETO PARA APLICAÇÃO NOS MEMBROS DA EQUIPE

- Each question should have only one answer
- All questions should be answered
- Consider only one project at a time
- Consider the project team as the one formed by the project manager and the professionals who will work on the project.

1. In relation to the organizational structure of the company, this:

☐ It is characterized as being centralized, specialized and bureaucratic. It is based on the hierarchy and centralization of decision-making power (1)

☐ (2)

☐ (3)

☐ (4)

☐ (5)

☐ It is characterized as informal, decentralized and with few levels of authority. It is based on knowledge and interaction between members (6)

2. What is the average experience time of the project manager in the development of projects (products / software) in the organization:

☐ Do not have previous experience (1)

☐ Below 1 year (2)

☐ Between 1 and 3 years (3)

☐ Between 4 and 6 years (4)

☐ Between 7 and 9 years (5)

☐ 10 years or above (6)

3. What is the average experience time of project team members in the development of projects (products / software) in the organization?

☐ Do not have previous experience (1)

☐ Below 1 year (2)

☐ Between 1 and 3 years (3)

☐ Between 4 and 6 years (4)

☐ Between 7 and 9 years (5)

☐ 10 years or above (6)

4. Regarding the size of the project team, this consists of:

☐ More than 30 people (1)

☐ 25 to 30 people (2)

☐ 19 to 24 people (3)

☐ 13 to 18 people (4)

☐ 7 to 12 people (5)

☐ Up to 6 people (6)

5. With respect to the project team, this consists of:

☐ Professionals from the same department, with the same skills and experience (1)

☐ (2)

☐ (3)

☐ (4)

☐ (5)

☐ (6)

☐ Professionals from different departments, with different skills and experiences, complementary to the project execution (7)

6. Check the option that best represents the reality in the project in relation to the project team location:

☐ The team is located in different countries or geographically far away (1)

☐ The team is located in the same country but distant geographically (2)

☐ The team is located in the same space (room, floor, building), or very close geographically (3)

7. Regarding the project result (product / software / service), the main innovation is:

☐ On some components or parts of the product and was new to the company (1)

☐ On some components or parts of the product and was new to the market (2)

☐ In architecture and was new to the company (3)

☐ In architecture and was new to the market (4)

☐ Total, new product or software for the company (5)

☐ Total, new product or software for the market (6)

8. In relation to the project complexity, this involves:

☐ The creation of elements, components and modules in a single unit, involving communication between team members (1)

☐ (2)

☐ (3)

☐ (4)

☐ (5)

☐ (6)

☐ Several systems that work together to achieve a common purpose (7)

9. Skills in the technologies needed to develop the product / software or service:

☐ Are the domain of the project team (1)

☐ (2)

☐ (3)

☐ (4)

☐ (5)

☐ (6)

☐ They are totally unknown to the project team. There is one or more gaps in one of the technologies (7)

10. In relation to the urgency to complete the project, it is necessary to:

☐ Delays do not affect project success (1)

☐ The shorter the completion time, the greater the competitive advantage (time-to-market prioritization) (2)

☐ The time to completion is critical (due to an event or opportunity window) (3)

☐ Urgent, they have time as the most critical factor and must be completed as soon as possible (4).