

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**MAPEAMENTO E APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICA NA GESTÃO DOS  
PROTÓTIPOS DAS EQUIPES DE COMPETIÇÃO**

Gabriel Rodrigues Vieira Borrasca

São Paulo

2017

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**MAPEAMENTO E APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DOS  
PROTÓTIPOS DAS EQUIPES DE COMPETIÇÃO**

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Graduação em Engenharia

Gabriel Rodrigues Vieira Borrasca

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Leal Alves

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica

São Paulo

2017

### **Catálogo na Publicação**

**Borrasca, Gabriel Rodrigues Vieira**

**Mapeamento e aplicação de boas práticas na gestão dos protótipos das equipes de competição / G. R. V. Borrasca. – São Paulo, 2017.**

**107 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.**

**1.Gestão de Projetos 2. Desenvolvimento de protótipos de competição 3. Melhoria contínua 4.Engenharia automotiva I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II. t.**

## RESUMO

Com o surgimento de uma entidade agregadora das equipes de competição da Escola Politécnica da USP (EPUSP), a GearPoli, em conjunto com a ideação de um espaço de trabalho compartilhado para tais, a estruturação de um modelo de gestão integrado torna-se necessário para direcionar e possibilitar o exercício da engenharia por partes dessas equipes. Com efeito, este trabalho consiste no mapeamento e aplicação de boas práticas de gestão de projetos e processos nas estruturas das equipes. Os conceitos a serem abordados e implantados consistem em metodologias e ferramentas utilizadas em diferentes tipos de projetos em diferentes cenários.

Os resultados alcançados neste trabalho devem direcionar desde a construção de um planejamento estratégico até a consolidação de ferramentas produtivas para a gestão dos processos para essas equipes. Sendo assim, possibilitando a geração de mais impacto positivo na EPUSP e fora dela.

**Palavras-chave:** equipes de competição, metodologia de projeto, melhoria contínua, gestão de projetos e processos.

## ABSTRACT

With the emergence of an aggregating entity of the teams from the Polytechnic School of USP competition (EPUSP), the GearPoli, together with the ideation of a co-working space for such, the structuring of an integrated management model it is necessary to direct and enable the exercise of engineering parts for these teams. Indeed, this work consists of mapping and application of good project and process management practices in structures of the teams. The concepts to be addressed and implemented consist of methodologies and tools of different projects and scenarios. The results achieved in this work must direct the construction of a strategic plan as well as the consolidation of productive tools for managing processes for these teams. Thus, allowing the generation of more positive impact on EPUSP and beyond.

**Keywords:** competition teams, project methodology, continuous improvement, project and process management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ferramenta <i>Double Diamond</i> .....	7
Figura 2 - Fluxo de Desenvolvimento das etapas do trabalho .....	9
Figura 3 - Exemplo de Estrutura Analítica de Projeto por fases .....	13
Figura 4 – Exemplo de rede de precedência PERT-CPM.....	14
Figura 5 – Gráfico de Gantt do caminho crítico .....	14
Figura 6 - Modelo de um PLM .....	15
Figura 7 - Modelo básico de um PEP .....	17
Figura 8 - Fases principais do projeto de desenvolvimento de um veículo .....	18
Figura 9 - Modelo em V do desenvolvimento de um veículo.....	19
Figura 10 - Casa do Sistema Toyota de Produção .....	21
Figura 11 - Formulário <i>QuickKaizen</i> .....	24
Figura 12 - FMEA da Pinça de Freios do Protótipo Poli Atlas.....	26
Figura 13 - Desdobramento e elaboração da FTA .....	26
Figura 14 - Modelo de execução de um ciclo <i>Sprint</i> .....	28
Figura 15 - Exemplo de aplicação de <i>Kanban</i> .....	29
Figura 16 - Fluxograma de funcionamento do Scrumban.....	30
Figura 17 - Fluxograma da construção do modelo de referência.....	37
Figura 18 – Exemplo de PDP com abordagem por macrofases.....	40
Figura 19 - Fluxograma de estruturação de cada cadeia .....	42
Figura 20 – Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Planejamento .....	42
Figura 21 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Projeto ...	43
Figura 22 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Fabricação .....	44
Figura 23 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Validação .....	45
Figura 24 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Competição .....	46
Figura 25 – Fluxograma de estruturação da cadeia de suporte .....	56

Figura 26 – Fluxograma de preenchimento de A3.....	65
Figura 27 – Fluxograma de construção de planilha de evolução de protótipo.....	66
Figura 28 – Ficha técnica da Equipe Poli de Baja .....	75
Figura 29 – Ficha Técnica da Equipe Poli Racing.....	76
Figura 30 – Ficha Técnica da Equipe Poli Milhagem.....	77
Figura 31 – Ficha Técnica da Equipe PACE .....	78
Figura 32 – Plantas térreo e de 1º Pavimento e Mezanino do projeto do espaços das equipes de competição .....	79
Figura 33 – Vistas laterais com indicação dos ambientes.....	80
Figura 34 – Ficha de Gestão da Equipe Poli de Baja.....	81
Figura 35 – Ficha de Gestão da Equipe Poli Racing.....	82
Figura 36 – Ficha de Gestão da Equipe Poli Milhagem.....	83
Figura 37 – Ficha de gestão da Equipe PACE .....	84
Figura 38 – Modelo de referência de um PDP Automotivo.....	85
Figura 39 - Modelo de um Relatório A3 .....	86
Figura 40 - Modelo de questionamento de um PDCA.....	87
Figura 41 - Fluxograma de aplicação da ferramenta FMEA .....	88
Figura 42 – Modelo Base do trabalho .....	89
Figura 43 - Modelo Completo da Cadeia Principal .....	90
Figura 44 - Modelo Completo da Cadeia Suporte .....	91
Figura 45 – Cartilha para utilização da filosofia 5S.....	93
Figura 46 – Ferramentas do Plano de Projeto relacionadas com atividades .....	94
Figura 47 - Modelo de ferramenta A3 .....	95
Figura 48 – Hierarquia e sugestões de Relatórios A3 .....	96
Figura 49 – <i>Checklist</i> de medições .....	97
Figura 50 – <i>Checklist</i> pré-prova específica de competição.....	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das equipes de competição.....	2
Tabela 2 - Comparação entre metodologias ágeis e tradicionais .....	27
Tabela 3 – Consolidação das informações das equipes Baja SAE e FSAE .....	32
Tabela 4 - Consolidação dos dados das equipe Milhagem e PACE .....	33
Tabela 5 - Consolidação das informações das metodologias .....	35
Tabela 6 – Consolidação dos dados das ferramentas .....	36
Tabela 7 – Detalhamento das fases por macrofase .....	48
Tabela 8 – Principais atividades da macrofase de Planejamento .....	50
Tabela 9 – Principais atividades da macrofase de Projeto .....	51
Tabela 10 - Principais atividades da macrofase de Fabricação .....	52
Tabela 11 - Principais atividades da macrofase de Validação .....	53
Tabela 12 - Principais atividades da macrofase de Competição .....	54
Tabela 13 – Principais marcos do ciclo.....	55
Tabela 14 – Principais fases dos sistema de suporte.....	58
Tabela 15 – Principais atividades do sistema Recrutamento .....	59
Tabela 16 – Principais atividades do sistema Gestão de Ativos .....	60
Tabela 17 – Principais atividades do sistema GearPoli .....	61
Tabela 18 - Principais marcos dos sistemas de suporte .....	62
Tabela 19 – Softwares e ferramentas de gestão por marcos .....	92

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	1
1.1	GearPoli.....	3
1.2	Problematização .....	3
1.3	Objetivos .....	4
1.4	Abordagem do trabalho .....	5
1.5	Etapas de desenvolvimento .....	7
2	Etapa de pesquisa .....	10
2.1	Mapeamento e registro dos processos e ferramentas das equipes.....	10
2.2	Revisão bibliográfica das metodologias.....	11
2.2.1	PMBOK .....	12
2.2.2	PLM .....	14
2.2.3	PDP .....	16
2.3	Revisão bibliográfica das ferramentas .....	19
2.3.1	Ferramentas de melhoria contínua .....	20
2.3.2	Ferramentas ágeis.....	27
3	Etapa de síntese .....	31
3.1	Consolidação das informações das equipes .....	31
3.2	Consolidação das informações das referências .....	34
4	Etapa de ideação.....	37
4.1	Definição da Abordagem .....	37
4.1.1	Cultura e Princípios.....	38
4.1.2	Abordagem da cadeia de atividades .....	39
4.2	Definição de Modelo Base .....	41
4.2.1	Estruturação da Cadeia Principal .....	42
4.2.2	Estruturação da Cadeia de Suporte .....	55
5	Etapa de implementação .....	63
5.1	Plano de Projeto .....	64

5.1.1	Relatórios A3 .....	65
5.1.2	Planilha de Evolução do Protótipo.....	66
5.1.3	<i>Checklists</i> de Validação .....	67
5.2	Plano de Manutenção de espaços .....	68
6	Conclusão.....	69
7	Referências consultadas .....	71
	Apêndice A - fichas técnicas.....	75
	Apêndice B – espaço compartilhado.....	79
	Apêndice C – fichas de gestão .....	81
	Apêndice D – modelos e ferramentas .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

A formação do engenheiro, nos centros de excelência ao redor do mundo, tem sido pautada por uma união de sólida formação teórica com a oportunidade de desenvolvimento de produtos e ideias avançados. Inúmeras iniciativas foram e são criadas a fim de fomentar o exercício integral do aprendizado em engenharia.

Projetos práticos de caráter multidisciplinar desenvolvidos no ambiente universitário permitem que a formação do engenheiro seja global e que novos produtos e negócios sejam desenvolvidos. Este tipo de projeto também permite que os envolvidos passem a formar conexões com o mundo dos negócios. Uma das necessidades apontadas pelos alunos da Escola Politécnica da USP é unir o mundo acadêmico ao mercado, de modo que o conhecimento gerado e transmitido aos alunos na universidade possa ser traduzido em novos produtos, serviços e negócios.









Atualmente na Poli, muitos projetos são liderados exclusivamente por alunos sob orientação de docentes, os maiores exemplos são as equipes de competição (Baja-SAE, Formula-SAE, AeroDesign-SAE, PACE, ThundeRatz, Milhagem, Náutico e Jupiter). Nessas equipes, alunos de diferentes engenharias executam ciclos de engenharia completos de protótipos automotivos, aeronáuticos, aeroespaciais, nautimodelismo e robóticos. A execução é voltada para competições universitárias regionais, nacionais e internacionais.

As competições possuem estruturas peculiares e dependem das entidades organizadoras. Essas incluem as competições da SAE (Baja-SAE, Formula-SAE e Aerodesign-SAE), para as competições de veículos milhagem da Shell (Shell Eco-marathon) e para as competições de Robótica que variam entre seus organizadores.

As entidades organizadoras influenciam significativamente no nível das competições ao introduzir provas que fogem do óbvio de competições em si. Ora exigindo cumprimento de regulamentos de níveis profissionais, ora avaliando os projetos em relatórios técnicos e apresentações.

Para executar as atividades inerentes ao desenvolvimento de seus protótipos, cada equipe possui sua gestão, seus membros e seus resultados. A Tabela 1 procura resumir as principais características de cada equipe.

Tabela 1 - Descrição das equipes de competição

	Categoria	Fundação	Nível Competição	Nº Membros
	SAE Aerodesign	2003	Nacional e Internacional	22
	Foguete Modelismo	2014	Internacional	20
	Nautimodelismo	2014	Nacional	15
	Shell Eco - Marathon	2007	Nacional e Internacional	20
	Formula SAE	2008	Nacional e Internacional	40
	Baja SAE	2001	Nacional e Internacional	30
	Robótica	2001	Nacional e Internacional	45
	Automotiva	2010	Internacional	20

Fonte: Autoria Própria

Fichas técnicas foram construídas para cada equipe com a finalidade de concentrar as principais informações das equipes. A ficha padrão foi dividida nos seguintes eixos:

- Histórico (fundação, tipos de projetos, resultados, atuação dos ex-membros);
- Competição (tipos e etapas, estrutura de provas e pontuação, competidores);
- Contexto atual (membros, destaques de gestão, projetos, infraestrutura, competições recentes);
- Expectativas Futuras (metas para próximas competições, projetos futuros);

As informações foram obtidas via trajetória do autor na Equipe Poli de Baja e no GEARPoli (Grupo das equipes automotivas, aeronáuticas, aeroespaciais, de arquitetura naval e robótica da Poli) e em conjunto com entrevistas com membros das outras equipes. Essas entrevistas seguiram uma estrutura particular que será explicada em seções posteriores. Nessa seção será abordado somente o conteúdo utilizado para as fichas técnicas. As fichas individuais para cada equipe se encontram no Apêndice A.

## 1.1 GearPoli

Dentro do contexto mostrado nas fichas individuais para cada equipe, foi fundada, em 2015, o Grupo das Equipes Automotivas, Aeroespaciais, de Aerodesign, Arquitetura Naval e Robótica da Poli (GearPoli). Ele representa, perante à Escola Politécnica da USP (EPUSP), as equipes de competição acima citadas.

Esse grupo consiste em uma entidade multidisciplinar reunindo mais de 150 alunos, majoritariamente da EPUSP, sendo membros de equipes. Essas equipes estão inseridas em diferentes modelos e níveis de competição, com culturas e gestões desalinhadas.

O grupo foi criado com o intuito de aumentar a visibilidade das equipes perante à comunidade politécnica e por fim melhorar a eficiência do recrutamento e da barganha por recursos dentro da comunidade.

A GearPoli está estruturada em diretorias de prospecção, espaços, comunicação, administrativo e eventos. Possui ainda uma base estratégica:

- a) Missão: Prover recursos estratégicos e garantir a realização do potencial de impacto das equipes de competição da EPUSP no Brasil e fora dele;
- b) Visão: Internacionalizar seus projetos e garantir um alinhamento de evolução das equipes com entidade;
- c) Valores: Comprometimento, União e Foco em Resultados.

Concomitantemente à estruturação dessa entidade, a Diretoria da EPUSP junto ao Departamento de Engenharia Mecânica lideram o projeto de um espaço compartilhado destinado, principalmente, às equipes de competição. A descrição da proposta do espaço juntamente com um material de comunicação podem ser vistos no Apêndice B.

## 1.2 Problematização

Com as equipes caracterizadas em suas respectivas fichas técnicas, dúvidas foram levantadas e juntamente com os membros entrevistados, foram levantados alguns problemas e suas respectivas causas raízes comuns às equipes.

A instabilidade de resultados foi um dos motivadores para a investigação, por mostrar a não continuidade das equipes. Entretanto é somente um indicador de problemas com causas raízes mais complexas.

Sendo assim, a problematização que servirá de base para esse trabalho de conclusão de curso pode ser resumida em:

- a. Instabilidade de número e perfil dos membros
  - a. Causa Raiz 1: Falha na comunicação da cultura e dos valores da equipe;
  - b. Causa Raiz 2: Sobrecarga devido à gestão de projeto ineficiente (tempo, conhecimento, tarefas);
- b. Instabilidade dos recursos financeiros:
  - a. Causa Raiz 1: Tomada de decisões estratégicas não planejadas para médio e longo prazo (ex.: compra de peças importadas, participação em competições internacionais);
  - b. Causa Raiz 2: Processos não definidos na realização de cronogramas-orçamentos;
  - c. Causa Raiz 3: Captação insuficiente;
- c. Instabilidade do desempenho do protótipo:
  - a. Causa Raiz 1: Capacitação e treinamentos para novos membros desestruturada;
  - b. Causa Raiz 2: Documentação desencorajada durante o ciclo gerando e transmissão parcial de conhecimento;
  - c. Causa 3: Recursos financeiros insuficientes;

Após esse levantamento de problemas comuns, enxerga-se uma concentração das causas na gestão e nos processos das equipes. Com efeito, o problema a ser abordado e solucionado nesse trabalho consiste nas atividades de gestão e organização dos processos das equipes.

### **1.3 Objetivos**

Com a convergência soluções para dentro da gestão dos projetos e com a iminente ideação de um espaço de trabalho compartilhado, a elaboração de um modelo consistente de aplicação a curto prazo e longo prazo nas equipes é essencial.

Com efeito, esse trabalho visa suprir as necessidades atuais de gestão das equipes e propor um modelo integrado de estruturação e organização dos processos entre elas interligados, utilizando métodos com auxílio ou não de *softwares*.

A fim de maximizar o impacto na gestão das equipes de competição, o escopo deve se limitar a somente as equipes de competição automotivas. Foi escolhido esse nicho pela experiência do autor na Equipe Poli de Baja e pela similaridade dos protótipos e ciclos nessas equipes (Poli Racing, Poli Milhagem, Poli de Baja e PACE).

Além dos resultados dos modelos que aqui serão apresentadas, o trabalho deve servir de suporte para as necessárias adaptações, de escalas positiva ou negativa, das equipes a longo prazo.

De acordo com Gil (2010), a maneira mais fácil e direta de formular o escopo de um trabalho é por meio da formulação de perguntas. Posto esta afirmação, o problema a ser resolvido por esse trabalho está formulado de acordo com cinco questões iniciais:

Questão 1: por que se faz necessário desenvolver um modelo de referência específico para as equipes de competição da Poli?

Questão 2: como serão as interações entre as equipes e entre os ciclos de vida de seus protótipos, dado o contexto de um espaço colaborativo?

Questão 3: a partir de um modelo de referência, como determinar quais métodos e ferramentas a serem aplicados em cada equipe?

Questão 4: como recolher e aplicar de forma consistente os dados gerenciais e históricos das equipes e entre elas?

Questão 5: como elaborar um modelo prático para aplicação a curto prazo e flexível e de fácil acesso para modificações a longo prazo?

#### **1.4 Abordagem do trabalho**

A fim de resolver os problemas levantados e atender às questões, o trabalho deve possuir uma abordagem, que associe princípios a uma estrutura de processos alinhados com a situação das equipes. Como os problemas não estão muito bem definidos, assim como o escopo do trabalho, deve-se adotar uma abordagem que apresente flexibilidade ao longo da execução do trabalho.

Essa estrutura deve conter diferentes interações com as equipes a fim de validar ferramentas acessíveis e práticas no curto prazo e um modelo viável e de prática execução no longo prazo.

Uma das metodologias mais exploradas no contexto vigente é o *Design Thinkng* (DT). Segundo Bonini e Sbragia (2011), as etapas do DT não são lineares, formando ciclos iterativos e construindo soluções por etapas. Brown (2008) ressalta que essa construção tem o determinante do usuário, ele é o agente que fornece todas as entradas para a execução dos protótipos e do produto final. E ainda durante tal construção, a prototipagem rápida é essencial, visto que tangibiliza a ideia e, às vezes, transforma-a em modelos experimentais, permitindo visualizar o conceito e criar novas soluções.

Dado que as equipes não possuem projetos lineares e necessitam durante o ciclo de projeto, rever metas e construir novos planos de ações, os princípios propostos pelo *Design Thinking* mostram-se próximos a essa realidade. Assim, a abordagem feita por esse trabalho seguirá os conceitos do DT.

Com os princípios estabelecidos, é necessário definir uma estrutura da abordagem para poder aplicá-los na execução do trabalho. Segundo *How to Apply a Design Thinking* (2016), a ferramenta do *Double Diamond* (DD) é dividida em 2 fases e 4 etapas: Exploração (Pesquisa e Síntese) e Desenvolvimento (Ideação e Implementação).

Cada fase possui uma etapa de divergência seguida por uma de convergência. O processo se inicia com um problema e finaliza com o sucesso de uma solução. As etapas podem ser melhores descritas como:

1. Pesquisa: Desdobrar o problema, pesquisando em várias fontes, armazenando dados e conhecimentos suficientes para resolver o problema (Divergente);
2. Síntese: A partir do problema e de seus desdobramentos, definir um foco para sua resolução (Convergente);
3. Ideação: A partir do foco, elaborar diferentes soluções (Divergente);
4. Implementação: Selecionar a solução ou soluções a partir de iterações com o usuário (Convergente);

De acordo com *How to Apply a Design Thinking* (2016), cada etapa possui sub-etapas ou atividades recomendadas. A Figura 1 ilustra a ferramenta DD sugerida por tal:

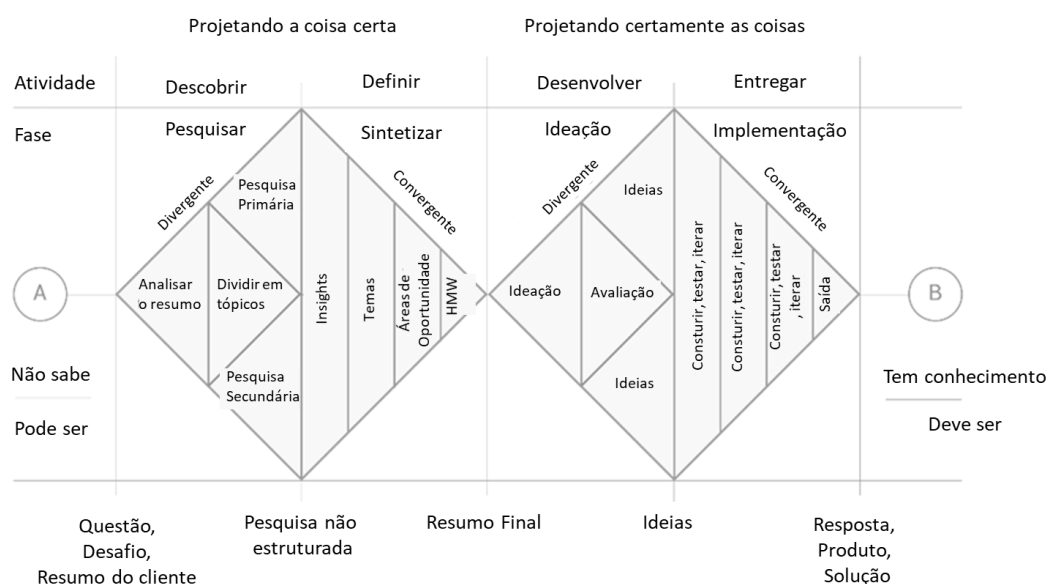


Figura 1 - Ferramenta *Double Diamond*

Fonte: Adaptado de <https://medium.com/digital-experience-design/how-to-apply-a-design-thinking-hcd-ux-or-any-creative-process-from-scratch-b8786efbf812>

Vê-se que essa ferramenta apresenta 3 pontos de inflexão, onde as etapas convergente e divergente buscam aplicar os princípios do DT e ao mesmo tempo, abranger a complexidade de um projeto. O ponto B representa o modelo padrão buscado, entretanto conforme as metodologias e as ferramentas forem aplicadas nas equipes, ele pode se transformar em um novo ponto de inflexão que antecede uma etapa divergente, contida na fase de escalar.

## 1.5 Etapas de desenvolvimento

A fim de gerar uma estrutura aplicável para o contexto do trabalho, será adaptado a abordagem DD. Mantendo as fases descritas na última sessão, as atividades internas de cada fase foram modificadas a fim de adaptar aos objetivos do projeto.

Basicamente, a estrutura das fases (Entendimento e Desenvolvimento) e etapas continua a mesma, mas com as atividades modificadas. Assim, tem-se:

### a) Etapa de Pesquisa:

Consiste na etapa destinada para o mapeamento de boas práticas já ou não utilizadas pelas equipes e na consequente interpretação de valor das partes envolvidas. Essa etapa

agrega revisão bibliográfica e grande parte das iterações para aquisição de dados com as equipes.

- a. Atividade 1: Entrevistas membros chaves para mapeamento e registro dos processos;
- b. Atividade 2: Pesquisa bibliográfica de metodologias;
- c. Atividade 3: Pesquisa bibliográfica de ferramentas;

b) Etapa de Síntese:

Com as informações levantados na etapa anterior, a sintetização visa transformar esses conhecimentos, até então, difusos em objetivos restritos e focados em resolver o problema das equipes.

- a. Atividade 1: Consolidação das informações das equipes;
- b. Atividade 2: Consolidação das informações das referências;

c) Etapa de Ideação:

Dado o escopo do trabalho bem definido, pode-se iniciar a elaboração da modelo base para aplicação nas equipes.

- a. Atividade 1: Definição de abordagem do Modelo Base
- b. Atividade 2: Estruturar cadeia principal de atividades do Modelo Base
- c. Atividade 3: Estruturar cadeia de suporte de atividades do Modelo Base;

d) Etapa de Implementação:

A validação do modelo teórico é essencial a fim de garantir a real aplicabilidade dos processos estruturados na Etapa de Ideação. Essa etapa se inicia com a elaboração de ferramentas reais para aplicação nos projetos, seguida pela validação dessas juntamente com os modelos com as equipes. Por final, espera-se definir um modelo padrão com processos e ferramentas acopladas e flexíveis para as diferentes situações das equipes.

- a. Atividade 1: Elaboração das Ferramentas;
- b. Atividade 2: Validação das ferramentas e modelos com as equipes;

- c. Atividade 3: Proposta com processos definidos e flexíveis com possibilidade de escalar para as equipes;

Sendo assim, com as atividades definidas e baseado na Figura 1 pode-se estruturar o modelo próprio para esse trabalho na Figura 2.

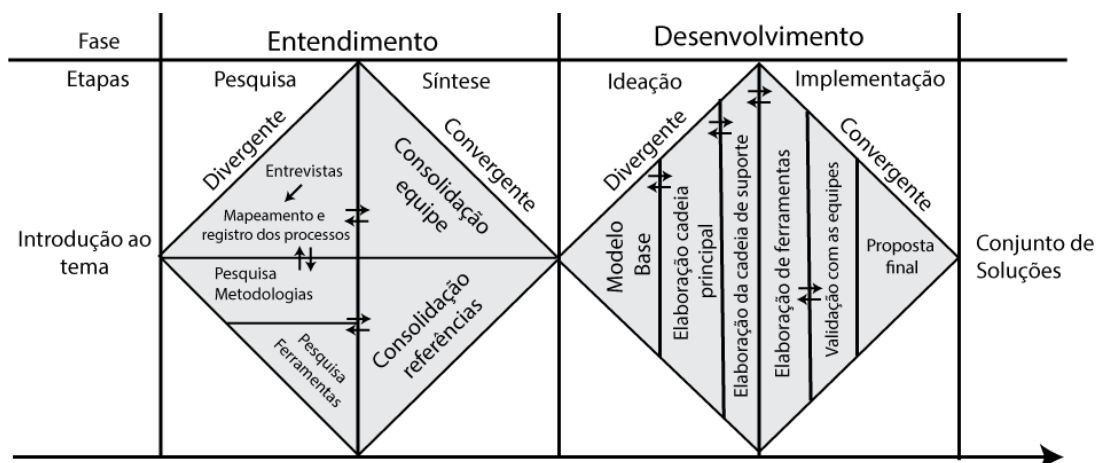


Figura 2 - Fluxo de Desenvolvimento das etapas do trabalho

Fonte: Autoria Própria

## **2 ETAPA DE PESQUISA**

A fase de entendimento do trabalho consiste nas etapas de pesquisa e síntese como explicado nas seções anteriores. Nessa seção será abordada especificamente a etapa de pesquisa.

No fluxo divergente de informações, novas entrevistas foram feitas nos grupos a fim capturar os processos e ferramentas já existentes nas equipes. Acrescentando aos processos e ferramentas já utilizados pelas equipes, uma pesquisa bibliográfica foi realizada. Essa foi feita com o intuito de gerar informações suficientes para a construção de um modelo e para a seleção de ferramentas adequadas para o contexto das partes envolvidas.

Com o mapeamento feito dentro e fora das equipes, tem-se uma mudança de direção no fluxo das informações com a seleção das metodologias e ferramentas mais adequadas. A seleção foi feita a partir de critérios restritivos e qualitativos, sendo que excluiu por completo ou parcialmente as metodologias e ferramentas levantadas.

Após a seleção, o problema com solução a ser desenvolvida pode ser consolidado. A partir desse ponto de inflexão se inicia a fase de desenvolvimento do conjunto de solução.

### **2.1 Mapeamento e registro dos processos e ferramentas das equipes**

Nessa etapa buscou-se mapear os processos e ferramentas utilizados pelas equipes na execução de seus processos. O Apêndice C concentra o método usado para extrair as informações dessas fichas, no caso as perguntas feitas para o membro da equipe entrevistado, e as novas fichas, que serão chamadas de fichas organizacionais.

A estrutura da ficha pode ser resumida nos seguintes eixos com seus respectivos conteúdos:

- a. Gestão do ciclo de engenharia do protótipo:
  - a. Macrofases do ciclo do protótipo;
  - b. Atividades evidenciando sequenciamento e interface entre as macrofases;
  - c. Ferramentas e softwares utilizados em cada macrofase;

- d. Melhorias apontadas e obtidas nos últimos anos;
- e. Dores atuais levantadas pelos entrevistados;
- b. Gestão de pessoas:
  - a. Organograma;
  - b. Tabela Hierárquica com o cargo ocupante de cada nível (Estratégico, Tático e Operacional) seguido do ano de equipe do ocupante do cargo;
- c. Monitoramento e controle do ciclo:
  - a. Estrutura de reuniões;
  - b. Controle de recursos financeiros;
  - c. Controle de recursos humanos;

## 2.2 Revisão bibliográfica das metodologias

A revisão bibliográfica das metodologias consiste no levantamento de métodos que possam auxiliar na construção de um modelo de gerenciamento dos projetos das equipes de competição.

Foram escolhidas tanto metodologias tradicionais na gestão de projetos quanto metodologias desenvolvidas especificamente para algumas indústrias. Na seleção de possíveis metodologias a serem abordadas nesse trabalho foi levado em conta a necessidade do método em apresentar os processos de ponta a ponta no desenvolvimento do projeto. Ou seja, a reunião considerou somente as metodologias que abrigassem os principais processos identificados em entrevistas feitas com as equipes, Apêndice C.

O PMBOK é uma das referências no assunto e faz parte de uma associação internacional de profissionais de gestão de projetos, o PMI (Project Management Institute). Já o PLM (*Product Lifecycle Management*) foi criado recentemente e traz uma abordagem voltada para o ciclo de vida do produto, considerando a integração com softwares e sistemas de gestão.

O PDP (Processos de Desenvolvimento de Produtos) é assim chamado por generalizar o desenvolvimento de produtos a partir de necessidades do mercado. O PDP Automotivo foi extraído de Weber (2009) e caracteriza o desenvolvimento de processos específicos para automóveis.

A metodologia ágil, por outro lado, foi concebida para a indústria de TI e foca na execução de processos ágeis e iterativos.

### **2.2.1 PMBOK**

Segundo PMI (2004), o Universo de Conhecimento em Gerência de Projetos (PMBOK) é uma denominação o conjunto de normas e conhecimentos necessários para um profissional que atue na gerência de projetos. É também denominado por Guia PMBOK. Cada seção ou capítulo traz uma temática necessária na gerência de um projeto. Os capítulos são:

- a. Seção I: A estrutura do gerenciamento de projetos:
- b. Seção II: A norma de gerenciamento de projetos de um projeto
- c. Seção III: As áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos
- d. Capítulo 4: Gerenciamento de integração do projeto;
- e. Capítulo 5: Gerenciamento do escopo do projeto;
- f. Capítulo 6: Gerenciamento de tempo do projeto;
- g. Capítulo 7: Gerenciamento de custos do projeto;
- h. Capítulo 8: Gerenciamento da qualidade do projeto;
- i. Capítulo 9: Gerenciamento de recursos humanos do projeto;
- j. Capítulo 10: Gerenciamento das comunicações do projeto;
- k. Capítulo 11: Gerenciamento de riscos do projeto;
- l. Capítulo 12: Gerenciamento de aquisições do projeto;

#### **2.2.1.1 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)**

Segundo PMI (2004), a EAP é um agrupamento orientado ao subproduto dos componentes do projeto. Essa ferramenta é muito utilizada no guia para segmentar projetos e atribuir níveis de atenção. Ela possui diferentes abordagens como: EAP organizada por fase; EAP organizada por área de atuação e outras. A Figura 3 mostra um exemplo de EAP.

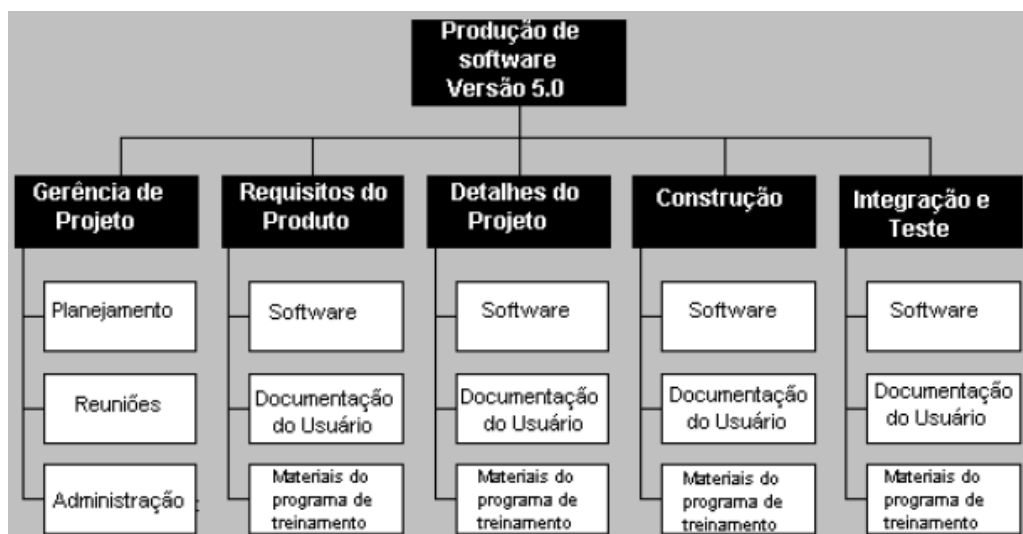


Figura 3 - Exemplo de Estrutura Analítica de Projeto por fases

Fonte: PMI (2004)

O EAP permite a consolidação das atividades de um projeto e facilita a construção de lista de peças, materiais e principalmente de cronogramas.

#### 2.2.1.2 Redes de Precedência.

Com as atividades definidas na EAP e com as durações estimadas em mãos, deve-se posicionar tais atividades em uma sequência temporal, de maneira racional na melhor ordem possível. Essa montagem, segundo Portal de Conhecimentos (2009), deve obedecer a restrições de precedência, conflito e fluxo de recursos e janelas de oportunidades. Existem diversas técnicas para elaboração destas redes como PERT, P-PERT, PERT-Custo, GERT, CPM, PDM e Corrente Crítica.

Os mais utilizados *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e o *Critical Path Method* (CPM) diferem apenas no estabelecimento da duração do atributo tempo das atividades, sendo assim, estão abrigados sob a denominação PERT/CPM.

Segundo Avila; Jungles (2010), esse método foi desenvolvido a fim de minimizar atrasos, estrangulamentos e interrupções da produção; conhecer antecipadamente as atividades críticas cujo cumprimento influencie diretamente o resultado final e definir entrada de novos recursos (humanos e financeiros). Ele utiliza de redes de planejamento como mostra a Figura 4.

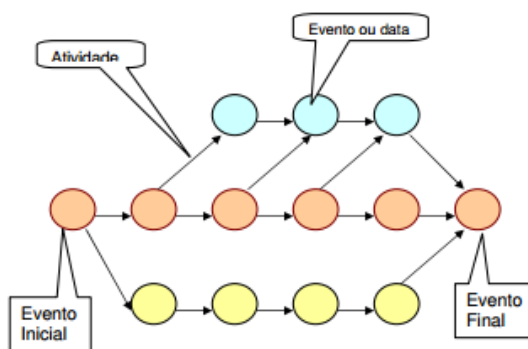


Figura 4 – Exemplo de rede de precedência PERT-CPM

Fonte: Avila; Jungles (2010)

Com as atividades e suas sequências temporais definidas para ocasiões normais e críticas, é possível construir um cronograma de projeto. Um dos métodos mais utilizados para representar a evolução temporal de um projeto é o Gráfico de Gantt, como mostra a Figura 5.

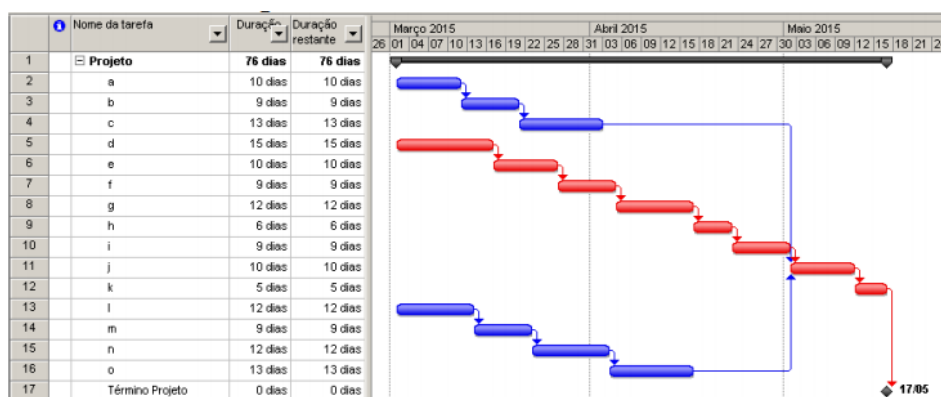


Figura 5 – Gráfico de Gantt do caminho crítico

Fonte: Avila; Jungles (2010)

### 2.2.2 PLM

No contexto da manufatura digital, um modelo de gestão capaz de integrar sistemas digitais com os processos de produção físicos sai na frente em termos de usabilidade. O *Product Lifecycle Management* (PLM) é parte integrante dessa nova revolução industrial, da Indústria 4.0, das Fábricas Digitais. Entretanto, possui o conceito sobre a gestão do ciclo de vida de um produto. Ele saiu na frente do *Product Data Management* (PDM) por consistir em uma plataforma mais integradora e com maior capacidade de *analytics*.

Segundo de Carli; Delamaro (2007), o PLM possui uma abordagem tecnológica ao incluir softwares de projeto, testes e de gestão aos processos convencionais da produção. Essa abordagem foi implantada por grandes empresas de softwares de engenharia como *PTC*, *Siemens*, *Autodesk*, o que mostra o relacionamento muito próximo entre essas partes.

A Figura 7 mostra um modelo de PLM onde o projeto colaborativo do produto está no centro e esse se relaciona com o PDM, com o setor de pedidos de materiais e com o comercial da empresa. Essas áreas ao redor do projeto, conversam com os sistemas integradores do negócio, com o *Enterprise Resource Planner* (ERP), o *Product Data Management* (PDM), com o *Customer Relationship Manager* (CRM) e com outros.

Com um PLM implantado em um ciclo de um produto, os *softwares* de engenharia como o *Computer Aided Design* (CAD), o *Computer Aided Engineering* (CAE) e o *Computer Aided Process Planning* (CAPP) ficam interligados e frequentemente atualizados a partir de novas mudanças.

Entretanto, esses sistemas digitais integrados necessitam de uma infraestrutura robusta de servidores e banco de dados. Por isso, torna-se essencial, o uso de uma única plataforma para a realização do controle do ciclo de vida, ou seja, utilizar somente um fornecedor de *software*. A Figura 6 exemplifica o modelo de um PLM.



Figura 6 - Modelo de um PLM

Fonte: Adaptado de Product Lifecycle Management (2016)

### 2.2.3 PDP

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) consiste em um conjunto de atividades em que se busca, a partir das necessidades do mercado e considerando as possibilidades, restrições tecnológicas e as estratégias competitivas da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de fabricá-lo (ROZENFELD et al., 2006).

Segundo Kaminski (2000), o desenvolvimento de produto deve considerar todo o ciclo de produção e consumo, assim, propõe a divisão do processo de desenvolvimento do produto em sete etapas:

- a. Estudo da viabilidade: etapa inicial responsável por verificar a viabilidade técnica e econômica de um projeto. Ela é composta por passos incluindo a definição de necessidades, especificação das exigências técnicas do produto, elaboração de alternativas e análise de soluções viáveis para o projeto;
- b. Projeto básico: fase responsável por selecionar soluções da última etapa e defini-la completamente por meio de estudos e ensaios físicos e ou matemáticos. O resultado dessa etapa consiste na definição das características principais do produto;
- c. Projeto executivo: essa fase tem por objetivo desenvolver a especificação completa do produto, bem como testá-lo e garantir que está pronto para a produção. Este período do desenvolvimento ainda é propício para realização de alterações que se tornarem necessárias, sem prejuízos econômicos. Entretanto, o projeto pode ser ainda abandonado caso o produto não possua condições para a produção;
- d. Planejamento da produção/execução: essa fase elabora o planejamento da produção, incluindo a compra de todos os equipamentos e dispositivos necessários, determinação do processo de montagem, qualificação dos fornecedores, mão-de-obra, entre outros;
- e. Planejamento da disponibilização ao cliente: essa etapa visa planejar como o produto irá chegar até o cliente, cabendo ao projetista definir a embalagem, o transporte e a divulgação do produto;

- f. Planejamento do consumo ou utilização do produto: o projetista deve também prever como o produto será utilizado ou consumida. O produto deve ser de fácil manutenção, alta confiabilidade, segurança. Pesquisas de qualidade são extremamente valiosas para que possa ser implantado processos de melhoria contínua;
- g. Planejamento do abandono do produto: o produto pode ser descartado por duas razões, a obsolescência técnica ou desgaste.

#### 2.2.3.1 PDP automotivo

O PDP automotivo baseia toda a construção de um PEP (Processos de evolução de um produto) automotivo. Em Weber (2009), percebe-se que cada produto automotivo possui um tratamento necessário específico e modelado de acordo com a relação de nível de integração e maturidade do produto. O PDP deve ser abordado segundo três pontos de vistas complementares e sequenciais: Fases de Desenvolvimento, Processos e Modelo de Integração do sistema. A Figura 7, mostra em detalhes a abordagem sugerida por Weber (2009).

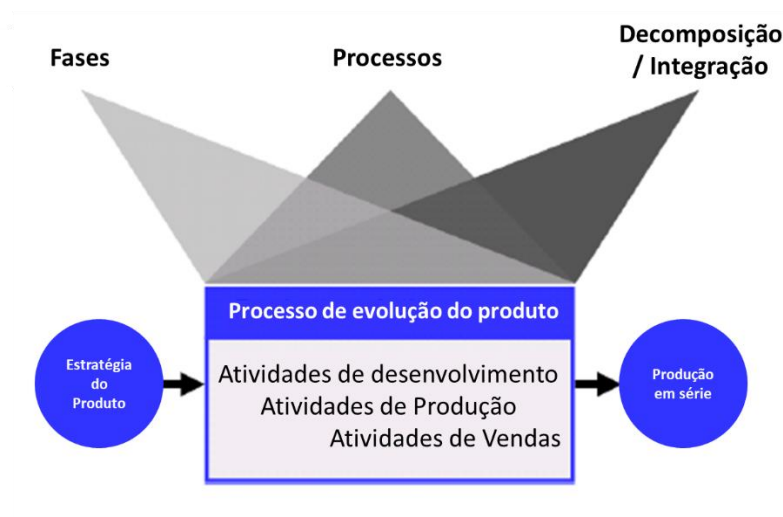


Figura 7 - Modelo básico de um PEP  
Fonte: Adaptado de Weber (2009)

O tratamento com enfoque nas fases consiste em definir as principais etapas no desenvolvimento do veículo, partindo de um planejamento estratégico que direcione e

acompanhe o desenvolvimento das etapas subsequentes. A Figura 8 mostra a evolução das fases de um PEP.

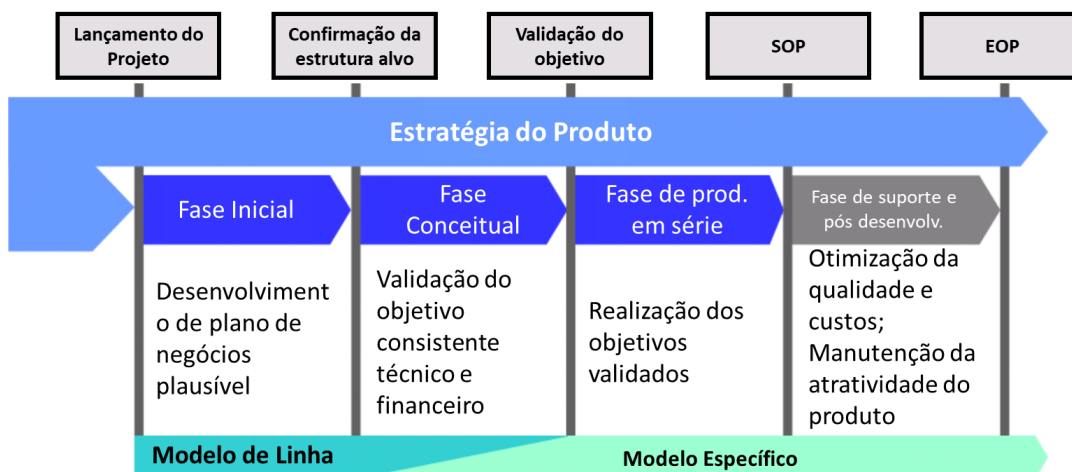


Figura 8 - Fases principais do projeto de desenvolvimento de um veículo  
Fonte: Adaptado de Weber (2009)

A abordagem por processos do PEP consiste em identificar os principais processos que envolvem o projeto de desenvolvimento de um veículo. Essa etapa é complementar e subsequente da caracterização das fases. Weber (2009) divide em dois tipos de processos: Projeto de componentes e integração completa do veículo.

No projeto de componentes existem subdivisões: Projeto do trem-de-força, projeto do chassi, projeto da carenagem, projeto do exterior e do interior e projeto de componentes elétricos.

Assim como nos componentes, existem subdivisões nos processos de integração: integração geométrica, integração funcional, integração de sistemas eletrônicos, integração da produção e dos serviços de manutenção e reparo.

Paralelo a esses processos, as áreas de suporte, como recursos humanos e financeiros, devem acompanhar de perto a evolução do produto ao longo de seu desenvolvimento. Após a caracterização das fases e dos processos que nela estão abrigados, deve-se integrar atividades dentro de um mesmo sistema de controle: o veículo.

O Modelo em V proposto por Weber (2009) permite um profundo entendimento da evolução do veículo conforme seus subsistemas e sistemas vão se integrando. A Figura 9 mostra que enquanto a maturidade aumenta, a integração diminui até a

validação do menor componente, e aumenta a partir de então até a montagem e comercialização do veículo final.

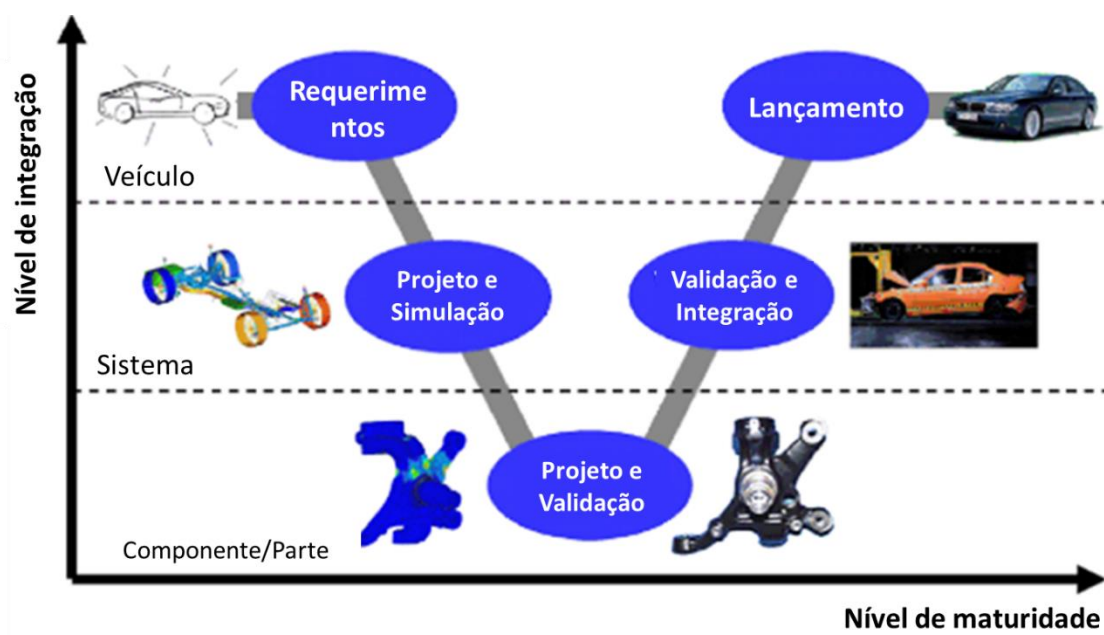


Figura 9 - Modelo em V do desenvolvimento de um veículo  
Fonte: Adaptado de Weber (2009)

Essa estrutura difere da metodologia ágil pelo fato de apresentar um ciclo mais numeroso de iterações de PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

Com a abordagem diferente da citada acima por Weber (2009), Silva (2013) elaborou um modelo de referência para o PDP automotivo. Segundo o mesmo, o modelo possui 3 macrofases: estratégia do produto, desenvolvimento do produto e do processo e melhoria contínua. As macrofases estão subdivididas em fases e essas possuem atividades específicas. A fim de monitorar e controlar a evolução do produto, foram estabelecidos marcos gerenciais e marcos técnicos. O modelo pode ser encontrado na Figura 38 presente no Apêndice D.

## 2.3 Revisão bibliográfica das ferramentas

### 2.3.1

Com o intuito de complementar a implantação de um modelo de gestão de projeto para as equipes, ferramentas devem ser levantadas e caracterizadas sob a ótica de aplicação prática nas equipes. O termo ferramentas, nesse trabalho, englobará as melhores

práticas que não vão de ponta a ponta no desenvolvimento do produto, ao contrário das metodologias.

As ferramentas analisadas estão agrupadas nos nichos de melhoria contínua e de ferramentas ágeis. Vale ressaltar que os nichos de ferramentas estão baseados em metodologias com princípios específicos.

Foi decidido separar esses nichos da seção de metodologias, pelo fato dessas ferramentas não possuírem estrutura suficiente para a construção de um modelo de gestão completo. Essa seção visa contextualizar os ambientes que essas ferramentas estão imersas e depois descrevê-las.

### **2.3.2 Ferramentas de melhoria contínua**

Segundo Caffyn; Bressant (1996) apud Mesquita; Alliprandini (2003), o processo melhoria contínua pode ser definido como: “ Melhoria contínua é um processo (...) focado na inovação incremental e contínua. ” Diversos métodos utilizam do conceito de melhoria contínua para provocar uma nova iteração e aprimoramento do produto ou processo.

#### **2.3.2.1 DfMA – *Design for manufacturing and Assembly***

Segundo BARBOSA (2007), os conceitos de *Design for Manufacture* (DFM) e *Design for Assembly* (DFA) resultam na metodologia Design for Manufacture and Assembly (DfMA). Esse deve ser utilizado na fase conceitual do projeto, na definição de diretrizes na estratégia do ciclo de desenvolvimento do produto. Nessa fase, pois, segundo Barbosa (2007), os custos de modificação são mais baixos e o tempo de duração do projeto pode ser reduzido.

Ainda de acordo com Barbosa (2007), o DfMA leva em consideração a função, forma, o material e a montagem de cada componente a fim de alcançar um protótipo funcional e simples. Existem algumas regras de boa conduta sugeridos pelo DFMA:

- a. Projetar para um número mínimo de componentes;
- b. Projetar componentes para serem multifuncionais;

- c. Utilizar componentes e processos padronizados;
- d. Desenvolver uma abordagem de projeto Modular;
- e. Utilizar uma montagem empilhada/unidirecional;
- f. Facilitar alinhamento e inserção de todos os componentes;
- g. Eliminar parafusos, molas, roldanas, chicotes de fios;
- h. Eliminar ajustes;
- i. Procurar padronizar materiais, acabamentos e componentes;
- j. Ter sempre em mente as possibilidades de automação;
- k. Utilizar e promover o trabalho em equipe.

### 2.3.2.2 Lean Thinking

Um dos pensamentos que motivou a criação de inúmeras ferramentas de melhoria contínua foi o *Lean Thinking*. Segundo Bastos (2012), esse pensamento foi concebido via o Sistema Toyota de Produção, que é caracterizado pela recusa em aceitar desperdícios, mais conhecido com o conceito dos 3 MU's (*MUDA* - inulidade, *MURI* - dificuldade e *MURA* – variabilidade).

A melhoria contínua, também denominada de *Kaizen* (Kai-mudar + Zen-estado melhor) está na base desse pensamento. A Figura 10 mostra que o trabalho padronizado, o *Heijunka* (nivelamento, em português), o *Jidoka* (automação com toque humano, em português) e o *Just-in-time* acompanham a melhoria contínua na estrutura desse sistema.

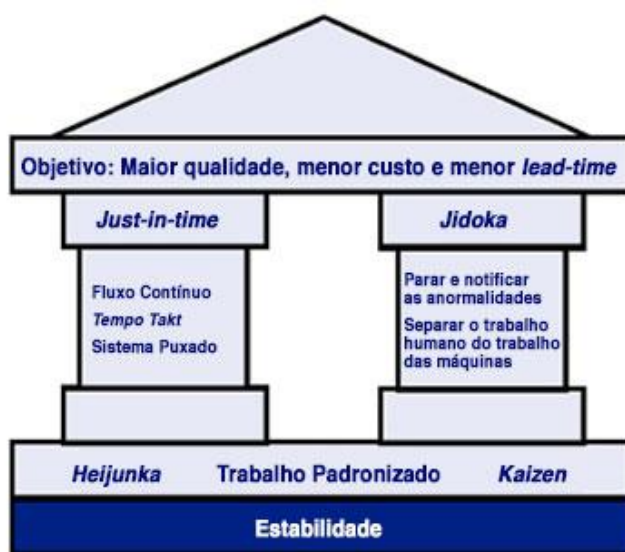


Figura 10 - Casa do Sistema Toyota de Produção

Fonte: <http://www.lean.org.br/artigos/445/stp-ou-toyota-way.aspx#>

Entretendo, o conceito de melhoria contínua permanece mais próximo da realidade das equipes de competição, além de motivar a criação de diversas ferramentas, expostas nas seções posteriores.

Dentro do conceito de melhoria contínua, existem também análises de causa, efeito e de prevenção de falhas.

#### 2.3.2.2.1 5S

Segundo Liker (2005), a ferramenta designada por 5S proporciona um ambiente de trabalho limpo e organizado, com fluxos e informações claramente identificados, permitindo a observação e definição das causas raízes referentes ao ambiente. Os 5S tem origem nas palavras japonesas:

- a. *Seiri/Sorting* – Escolher: Verificação do material, equipamentos, ferramentas nos nichos corretos, de maneira enxuta, seguindo a metodologia Lean;
- b. *Seiton/Straighten* – Ordenar: Organizar, identificar os materiais, ferramentas, acessórios e o espaço permitindo uma maior acessibilidade às partes interessadas;
- c. *Seiso/Sweeping* – Varrer: Eliminar resíduos e deixar os espaços e equipamentos visíveis e ordenados;
- d. *Seiketsu/Standardizing* – Normalizar: Promover uma padronização nas nomenclaturas. Permitindo maior controle visual do espaço;
- e. *Shitsuke/Sustaining* - Manter: Aplicar ideia de melhoria contínua se execução dos 5S apresentou problemas.

Para Liker (2005), ao não utilizar o 5S, ocorre o encobrimento de problemas, que vão se acumulando ao longo dos anos e acabam tornando-se uma disfunção aceita no trabalho.

#### 2.3.2.2.2 Resolução de Problemas

Apoiada no conceito geral de melhoria contínua e no entendimento de *Kaizen*, buscou-se entender ferramentas que auxiliam na resolução de problemas. O relatório A3, assim chamado devido ao formato do papel utilizado na sua aplicação, provem do sistema de gerenciamento Toyota, segundo Ribeiro (2012).

O relatório, a partir de um tema específico, busca comparar cenários históricos, projetados e o realizado com o objetivo de encontrar divergências, encontrar causas raízes e definir um plano de ação com soluções. A ferramenta organiza essas informações de modo a facilitar a visualização do processo de resolução do problema. O Relatório A3 se mostra muito útil ao depor visualmente o processo de resolução de problemas, entretanto para Shook (2008) é necessário ter o entendimento de que o A3 deve contar com uma narrativa padronizada, para que qualquer pessoa possa entender. Assim como não deve ser um relatório trabalhe metas e problemas de maneira isolada e estática.

A Figura 39 do Apêndice D mostra um modelo de A3 com as etapas saindo do cenário, passando pela análise do contexto atual e apontamento de problemas, determinando causas raízes, elaborando soluções, para então organizar essas em um plano de ação e posteriormente acompanhando sua execução.

Uma das maiores dificuldades de elaborar um relatório A3 é na identificação de causas raízes de problemas apontados. Esse apontamento é essencial para a identificação de soluções e consequentemente na definição de um plano de ação. Para tal, usa-se uma ferramenta conhecida como formulário *QuickKaizen*.

Essa ferramenta tem a função de organizar as ideias e permitir que um grupo encontre as verdadeiras causas de um problema. Em problemas que envolvem falhas mecânicas com participações de vários componentes, de vários fatores, o uso do *QuickKaizen* facilita a identificação das causas raízes.

A Figura 11 representa um formato de aplicação desse formulário. Nele, é possível observar sua conexão com o relatório A3.

Formulário Quick Kaizen		QK No:	Area:	Equipamento	Autor	Apoio	Data de início	
1) Problema & descrição (ou croqui):				2) Lista de possíveis causas do problema				
				1				
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				
				7				
4) Plano de ação para eliminar o problema			5) Data Finalização:		3) Verificar quais possíveis causas são reais causas			
	Ação	Quem	Quando	Status	O que verificar	Como verificar	Resultados	Causa?
1					1			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
2					2			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
3					3			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
4					4			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
5					5			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
6					6			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
7					7			S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>

Figura 11 - Formulário *QuickKaizen*

Fonte: Arquivos Equipe Poli de Baja

Para auxiliar na implantação do processo de um A3, utiliza-se o conceito do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Pode-se definir os estágios do ciclo PDCA como (Shook, 2008) e (Ribeiro, 2012):

- Planejar – Identificar problemas dentro de um cenário e definir metas para um processo e propor ações;
- Executar – Promover mudanças ou gerar novos processos;
- Verificar – Avaliar e aprender com os resultados;
- Agir – Incorporar o aprendizado e promover a padronização e estabilização do processo;

A Figura 40 do Apêndice D mostra como o PDCA está incluso em um processo de resolução prática de problemas.

Com efeito, o relatório A3 pode ser considerado como uma capa do livro do processo de resolução de um problema e o ciclo PDCA como o conteúdo dentro desse livro.

### 2.3.2.3 Análise de Falha

Conforme Cruz (2014), é possível identificar dois principais métodos de análise e falha: o *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) e o *Fault Tree Analysis* (FTA). O FMEA pode ser definido como, de acordo com Bowles (2002), uma ferramenta poderosa para engenheiros de projeto durante todas as fases de desenvolvimento de um produto. Essa ferramenta busca aumentar a confiabilidade e a segurança do produto eliminando ou mitigando potenciais os efeitos de falhas. Ainda segundo Bowles (2002), o FMEA é um procedimento sistemático e lógico e promove um aprofundamento na relação do componente ou sistema com seus pares dentro do produto.

O FMEA pode ser aplicado em projetos (d-FMEA) ou em processos (p-FMEA), segundo Cruz (2014). No projeto, o objetivo é evitar falhas decorrentes no produto decorrentes das etapas de projeto. No processo, o objetivo é evitar falhas devido a não conformidade do produto real com os protótipos físicos ou virtuais.

Segundo Herpich; Fogliatto (2013), a execução de um FMEA deve seguir uma sequência de passos propostas, com etapas e atividades respectivas. A Figura 41 do Apêndice D mostra o sequenciamento das etapas, ainda segundo Herpich;Fogliatto (2013). As etapas são:

- a. Etapa 1: Levantamento dos objetivos e dos componentes a serem analisados;
- b. Etapa 2: Classificação da faixa de risco e criticidade por meio do grau de prioridade de risco das falhas funcionais.
- c. Etapa 3: Definição das técnicas de manutenção e dos métodos de abordagem;

A Figura 12 é uma aplicação da ferramenta em uma visualização compacta da Pinça de Freios do protótipo Poli Atlas da Equipe Poli de Baja.

FMEA da Pinça (Freios)						
Função: Sustentar o mecanismo acionador						
Modo de falha	Efeito	Causa	S	O	D	SOD
Ruptura	Vazamento de fluido	Aplicação de torque excessivo ao prender os parafusos de saída	9	1	7	63
Não flutua	Força exercida pelo êmbolo não atinge o disco	Desalinhamento dos furos do suporte	10	1	7	70
Quebra do parafuso sangrador	Vazamento de fluido	Fadiga mecânica	9	2	7	126
Êmbolo não retorna	Aceleração do veículo comprometida, desgaste das pastilhas	Erro na determinação da tolerância do rasgo	7	1	8	56
						Controle
						Não aplicar torque excessivo em nenhuma junção
						Visual, durante a sangria
						Verificação e troca periódica
						Observar ruídos diferentes e verificar variação de espessura das pastilhas

Figura 12 - FMEA da Pinça de Freios do Protótipo Poli Atlas

Fonte: Autoria Própria

O FTA, segundo Cruz (2013), é um modelo gráfico que relaciona a combinação de falhas de vários fatores de falha (humanos e equipamentos). Ela utiliza da lógica Booleana e é construída de cima para baixo. Primeiramente a falha indesejável é identificada e partir dos nós Booleanos os eventos geradores são identificados. Assim, a falha vai sendo desdobrada e a árvore construída. A Figura 13 mostra o desdobramento e a elaboração da FTA.

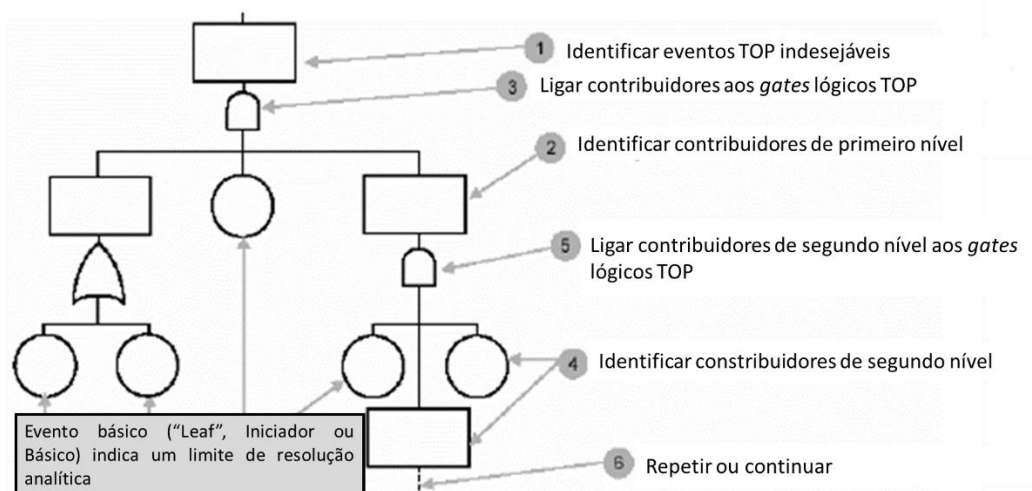


Figura 13 - Desdobramento e elaboração da FTA

Fonte: Adaptado de <http://research.me.udel.edu/~jglancey/FailureAnalysis.pdf>

O FTA apresenta uma análise mais gráfica da falha em questão, entretanto aborda o tema de modo não análogo, quando comparado com o FMEA.

### 2.3.3 Ferramentas ágeis

De acordo com Prikladnicki; Liddy; Magalhães (2010), o termo “metodologias ágeis” tornou-se popular em 2001, quando um grupo de especialistas em desenvolvimento de software estabeleceram princípios comuns unificando as metodologias/ferramentas já existentes (*Extreme Programming (XP)*, *Scrum*, *Crystal* e outros). Os conceitos compartilhados são:

- Indivíduos e interações são mais importantes do que processos e ferramentas;
- Software funcionando é mais importante do que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente é mais importante do que negociação de contratos;
- Respostas rápidas e mudanças são mais importantes do que planos pré-estabelecidos;

Prikladnicki; Liddy; Magalhães (2010) ainda compara metodologias tradicionais com as ágeis. A Tabela 2 foi extraída de seu artigo e consta principais diferenças entre as mesmas.

Tabela 2 - Comparação entre metodologias ágeis e tradicionais

	Tradicional	Metodologias Ágeis
Pressupostos fundamentais	Sistemas previsíveis que podem ser desenvolvidos a partir de um planejamento extensivo e meticuloso	Software adaptativo e de alta qualidade pode ser desenvolvido por equipes pequenas usando os princípios da melhoria contínua e rápida resposta a mudanças
Controle	Orientado a processos	Orientado a pessoas
Estilo de Gerenciamento	Comando a processos	Liderança e colaboração
Gestão do conhecimento	Explícito	Tácito
Atribuição de papéis	Individual - favorece a especialização	Times auto-organizáveis - favorece a troca de papéis
Comunicação	Formal	Informal
Ciclo de Projeto	Guiado por tarefas ou atividades	Guiado por funcionalidades do produto
Modelo de desenvolvimento	Modelo de ciclo de vida ( Cascata, Espiral ou variação)	Modelo iterativo e incremental de entregas
Forma/estrutura organizacional desejada	Mecânica (burocrática com muita formalização)	Orgânica (flexível e com incentivos a participação e cooperação social)

Fonte: Adaptado de Prikladnicki; Liddy; Magalhães (2010)

Com existem diversas metodologias derivadas da ágil, nesse trabalho foram escolhidas somente as três mais próximas do contexto das equipes.

### 2.3.3.1 Scrum

Segundo Sutherland; Schwaber (2016), o *Scrum* se baseia no empirismo para a realização do controle de processos. Esse empirismo provem da experiência e do histórico de tomada de decisões. Possui três pilares: transparência (uso de linguagem comum), inspeção (inspeções diligentes ao longo do processo) e adaptação (ajustes de processos). Um time de *Scrum* é composto pelo Dono do Produto, o Time de Desenvolvimento e o *Scrum Master*.

Segundo Sutherland; Schwaber (2016), os objetivos do *Scrum* consistem na melhoria da comunicação, trabalho em equipe e velocidade de desenvolvimento. Ainda segundo a mesma fonte, o *Scrum* não possui características suficientes para ser considerada uma metodologia, portanto se encaixa como uma ferramenta para melhorar a eficiência e qualidade do produto final.

A partir da definição das funcionalidades que um produto deve possuir, definidas pelo Dono do Produto (*Backlog*), o time *Scrum* é formado, selecionando somente algumas funcionalidades que se encaixem em um tempo específico, (*Sprint Backlog*) para desenvolver na iteração (*Sprint*). Após o desenvolvimento, uma etapa de revisão do *Sprint* é realizada e antes de se iniciar um novo *Sprint*, uma retrospectiva é feita. Uma característica marcante do *Scrum* são as reuniões diárias e os prazos pré-definidos. A Figura 14 ilustra a ferramenta do *Scrum*.

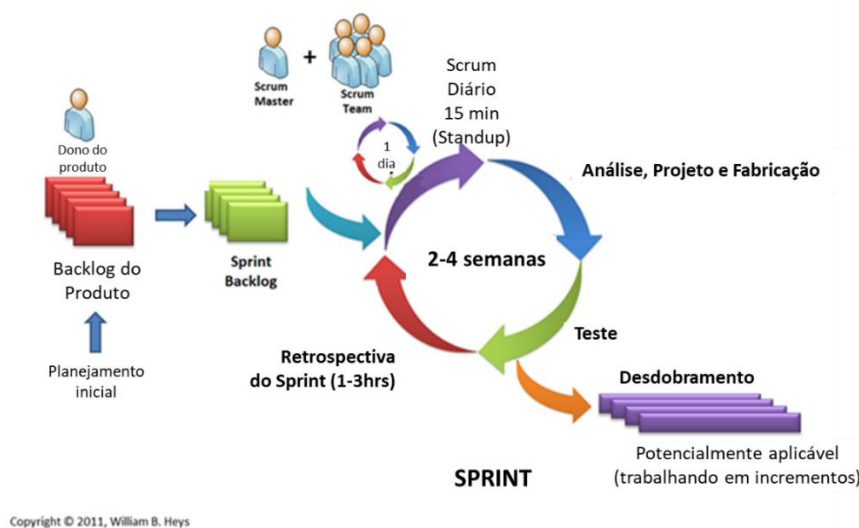


Figura 14 - Modelo de execução de um ciclo *Sprint*

Fonte: Adaptado de

<https://blogs.msdn.microsoft.com/billheys/2011/01/18/branching-for-scrum/>

Um paralelo entre o PDCA e o Scrum pode ser feito comparando as etapas do ciclo de cada um: *Plan – Sprint Planning + Backlog; Do – Analysis, Design, Build; Check – Sprint Review; Act – Sprint – Retrospective.*

### 2.3.3.2 Kanban Ágil

Segundo (<https://www.versionone.com/what-is-kanban/>), o *Kanban Ágil* é um método focado na entrega de atividades referentes ao desenvolvimento de um produto e assim como o Scrum, é desenhado para integrar grupos multidisciplinares de trabalho. É uma adaptação do *Kanban* de Produção utilizado pelo sistema Toyota de produção.

O *Kanban Ágil* se baseia em três princípios:

- Visualização as tarefas do dia (*workflow*);
- Limite para a quantidade de trabalho em progresso (*WIP - Work in progress*);
- Estímulo ao fluxo de tarefas;

Entretanto, o *Kanban* difere do Scrum em alguns pontos como a não determinação de cargos, entregas contínuas e não seccionadas em *Sprints*, prazos flexíveis. Ele pode ser aplicado em um quadro de *post-its* físico ou por meio de *softwares* de gestão. A Figura 15 exemplifica uma aplicação do *Kanban* sobre as tarefas e prioridade desses itens na agenda de atividades das equipes.

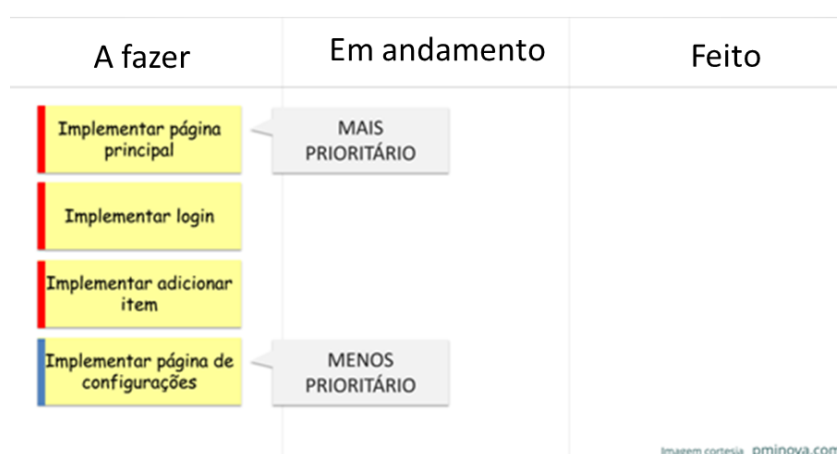


Figura 15 - Exemplo de aplicação de *Kanban*

Fonte: Adaptado de <https://pminova.com>

Existe também uma ferramenta resultante da união entre *Kanban* e *Scrum*: o *Scrumban*. Esse utiliza a estrutura do quadro do *Kanban* e reforça com os papéis e as etapas de revisão e retrospectiva do Scrum. O Scrumban é uma ferramenta mais balanceada e envolve os principais pontos das duas ferramentas. A Figura 16 mostra o fluxograma de um projeto que utiliza esse método.

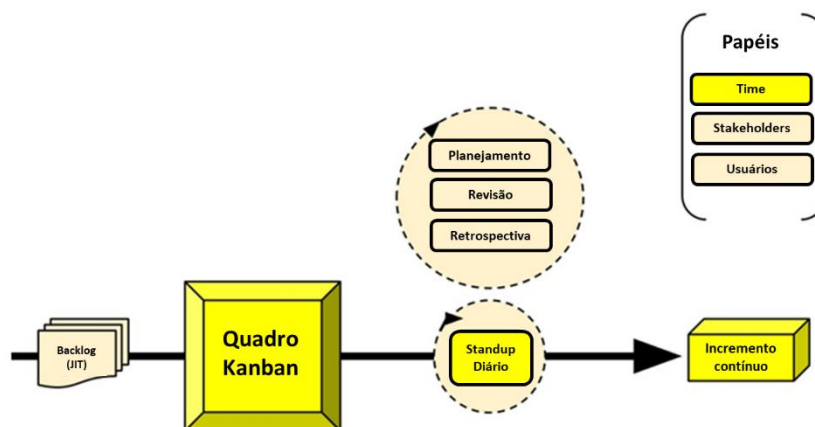


Figura 16 - Fluxograma de funcionamento do Scrumban

Fonte: Adaptado de [https://www.slideshare.net/Lalita\\_Chandel/scrumban-lighting-talk](https://www.slideshare.net/Lalita_Chandel/scrumban-lighting-talk)

### **3 ETAPA DE SÍNTESE**

Com o mapeamento e registro de práticas adotadas pelas equipes e práticas encontradas nas referências, é necessária uma convergência dessas informações a fim de definir um modelo a ser aplicado nas equipes.

Segundo a metodologia utilizada nesse trabalho, a etapa de síntese engloba a consolidação das informações das equipes, a consolidação das informações das referências e por fim a geração de um modelo adaptado para as equipes de competição. Essa seção reunirá de uma forma compacta as principais informações levantadas em 3.1 e em 3.2.

#### **3.1 Consolidação das informações das equipes**

As fichas técnicas e de gestão foram elaboradas a partir de encontros com os atuais e ex-membros das equipes de competição automotivas e reúnem as principais informações das mesmas.

A fim de consolidar o posicionamento das equipes, foi elaborada uma tabela que mostra uma avaliação do autor frente às informações dispostas nesse trabalho. Os seguintes pontos direcionaram a avaliação do autor:

- a. Análise da oscilação de resultados e da composição do resultado final;
- b. Histórico da equipe frente membros e resultados;
- c. Metas futuras alinhadas com diretrizes das melhorias aplicadas no ciclo;
- d. Rotatividade dos membros, estrutura das reuniões (concentradas ou não) e local de trabalho no projeto e fabricação;
- e. Riscos atrelados às finanças da equipe;

A Tabela 3 reúne tal avaliação para as equipes de Baja SAE e Formula SAE e a Tabela 4 reúne tal avaliação para as equipes de Milhagem e PACE

Tabela 3 – Consolidação das informações das equipes Baja SAE e FSAE

### Equipe Poli de Baja

- a. A equipe apresenta um passado sólido de resultados, entretanto nos últimos quatro anos mostrou uma instabilidade inerente às provas de enduro e apresentação de projeto. A competição possui uma diversificação de provas e uma estratégia de pontos de mostra necessária para a equipe ter um somatório significativo;
- b. Historicamente com poucos membros, a equipe viu um aumento do número de membros devido a um processo de recrutamento, entretendo ainda não consolidado. Fato que alterou a cultura da equipe com diferentes perfis de membros;
- c. Meta futura consiste em alcançar resultado final capaz de classificar equipe para mundial. Melhorias dos últimos anos estão em linha com essa meta, entretanto execução do planejamento se mostra ineficaz;
- d. Os membros possuem uma rotatividade média, podendo integrar posições de suporte após cumprirem suas responsabilidades em um dos três níveis. O local de trabalho não interfere na cultura da equipe pois há ambientes onde os membros podem disseminá-la. As fabricações não estão concentradas na escola devido à grande burocracia encontrada. As reuniões são concentradas, entretendo costumam durar 2-3h, o que desmotiva os membros a comparecer na sala de projeto;
- e. Entre as equipes de competição, possui matriz financeira mais diversificada, entretanto correndo riscos de política de doações das entidades relacionadas à escola e riscos do mercado de seus patrocinadores;

### Equipe Poli Racing

- a. A equipe apresenta resultados pouco expressivo e ainda não alcançou uma estabilidade no projeto do veículo. Semelhante ao Baja SAE, a categoria possui provas diversificadas, entretanto pune mais os carros que não completam o enduro de resistência;
- b. Historicamente com poucos membros, a equipe viu um aumento do número de membros devido a um processo de recrutamento, mais consolidado nesse ano. A cultura da equipe se mostra em modificação;
- c. Meta futura consiste em alcançar resultado final capaz de classificar equipe para mundial. Projeto ainda necessita de planejamento mais robusto, dado que o protótipo é o mais complexo em termos de sistemas entre as equipes analisadas. Um controle das peças não é centralizado e as áreas possuem seus próprios softwares
- d. Os membros possuem uma rotatividade média, com atuação de veteranos mais recente. O local de trabalho é o mais robusto das equipes analisadas e a cultura da equipe pode ser disseminada com mais facilidade. Reuniões gerais são quinzenais e subsistemas não estão integrados devido a um período maior de encontro;
- e. Entre as equipes de competição, possui a maior dependência de recursos financeiros e esses estão concentrados em somente uma entidade;

Tabela 4 - Consolidação dos dados das equipes Milhagem e PACE

### Equipe Poli Milhagem

- 
- a. A equipe ainda não obteve resultados entre os classificados para a competição mundial. Competição sofreu com a falta de patrocinadores e não ocorreu em 2015. Mudança de competição, Maratona de Eficiência para Shell Eco Marathon, causou um período sem competições para equipe. Nesse período o projeto do trem-de-força pode ser aprimorado e o projeto do veículo elétrico iniciado. Falhas se projeto estrutural causaram a eliminação da equipe na fase de segurança;
  - b. Com poucos membros após a recriação da equipe em 2011, a equipe viu um aumento do número de membros devido a um processo de recrutamento mais estruturado, entretendo ainda não consolidado. A cultura da equipe depende muito da atuação de ex-membros, mas não possui grupo de suporte estruturado;
  - c. Meta futura consiste em alcançar resultado final capaz de classificar equipe para mundial. Melhorias dos últimos anos estão em linha com essa meta, entretanto execução do planejamento se mostra ineficaz;
  - d. Os membros possuem uma rotatividade alta, entretanto possui veteranos com forte atuação nas equipes. O local de trabalho interfere na cultura da equipe, pois não possuem uma sala de projeto separada da sala de fabricação. As fabricações estão concentradas na escola e equipe está trabalhando para aumentar participação de empresas nesse processo. As reuniões são centralizadas, entretanto não costumam se prolongar;
  - e. A captação financeira não interfere significativamente nos resultados, dado que o protótipo não possui alta complexidade;

### Equipe PACE

- 
- a. A equipe com competição não parametrizada em pontuação e dividida em prêmios nas categorias. Ambiente colaborativo e com resultados que variam nos anos. Equipe mostra constância nas apresentações de marketing, mas sem resultados expressivos em manufatura;
  - b. Número de membros em linha nos últimos anos e não possui atuação de ex-membros, afetando a disseminação da cultura do time e compartilhamento de problemas;
  - c. Meta futura consiste em alcançar primeiras posições das categorias e aumentar conhecimento dos alunos sobre o projeto;
  - d. Os membros possuem uma rotatividade alta, tendo pouco contato com os ex-membros. O local de trabalho é robusto, entretanto não o utiliza com frequência devido à dificuldade de relacionamento com a equipe de Formula. Equipe utiliza frequentemente recursos de áudio-vídeo para se comunicar com equipes internacionais. A fabricação ocorre a cada 2 anos e equipe está focando em fabricar próximo protótipo na escola.
  - e. A captação financeira viabiliza gastos com prototipagem da equipe, tendo a viagem para os congressos financiadas pelos parceiros do programa. Não é impeditiva para realização do projeto;

### 3.2 Consolidação das informações das referências

O mapeamento de metodologias visou reunir as melhores práticas que em tese podem ser aplicadas no modelo de ciclo de competição das equipes. Elas diferem em termos de escopo de abrangência e na complexidade de aplicação nos projetos. Com a consolidação das informações das equipes, é possível avaliar de maneira qualitativa as metodologias e com isso guiar a construção de um modelo adaptado para as equipes em questão.

Da mesma maneira que feito para as informações das equipes, foram elaboradas duas tabelas que mostram uma avaliação do autor frente às informações dispostas nesse trabalho. Os seguintes pontos direcionaram a avaliação das metodologias pelo autor:

- a. Análise da complexidade e viabilidade de adaptação ao ciclo das equipes;
- b. Análise da complexidade e viabilidade de adaptação à cultura das equipes;
- c. Análise da abrangência aos processos levantados nas equipes;
- d. Possibilidade da redução de escopo e aplicação focada em pontos estratégicos do ciclo;
- e. Necessidade de investimentos;

Já os pontos a seguir direcionaram a avaliação das ferramentas:

- a. Fases e etapas em que ferramenta deve ser aplicada;
- b. Complexidade da ferramenta;
- c. Análise da viabilidade de aplicação na equipe, dado o ciclo e cultura;

A Tabela 5 reúne tal avaliação para as metodologias e a Tabela 6 para as ferramentas levantadas nas seções anteriores.

Tabela 5 - Consolidação das informações das metodologias

## PMBOK

- 
- a. O PMBOK explicita os caminhos e todas as atividades necessárias para a gestão de um projeto. É uma metodologia genérica para todos os tipos de projeto e deve somente guiar a aplicação de ferramentas e outras metodologias mais específicas, como o PDP automotivo;
  - b. Cultura das equipes com sua informalidade possui uma certa resistência à aplicação dessas metodologias mais formais e robustas;
  - c. A metodologia abrange todo o escopo dos projetos em questão, dado que é um guia;
  - d. Há a possibilidade de redução do escopo e aplicação de pontos macros da metodologia, como a evolução do projeto de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento, e os blocos de estruturação (Cap. 4 ao 12);
  - e. Não há a exigência de investimentos em softwares ou outros mecanismos. Somente um esforço para implantar um número de controles e etapas nos ciclos das equipes de competição;

## PDP Automotivo

- 
- a. O ciclo se mostra adaptável às equipes pois trata do mesmo produto. Adaptações no sentido de escopo como: estratégia do produto para vendas pode se transformar em estratégias para a competição vindoura do ciclo;
  - b. O PDP Automotivo apresenta numerosas etapas que podem não serem efetivamente executadas pela cultura das equipes. Logo, deve ser adaptado com uma linguagem e particulares de modo a realmente ser executada;
  - c. Abrange as macrofases, fases e atividades dos ciclos das equipes, entretanto foca em estabelecer metodologia e não ferramentas práticas de utilização;
  - d. É possível reduzir o escopo e aplicar parcialmente;
  - e. Não há a exigência de investimentos em softwares ou outros mecanismos. Somente um esforço para implantar um número de marcos gerenciais e técnicos e etapas adicionais nos ciclos das equipes de competição;

## PLM

- 
- a. O PLM se tornou uma solução comercial e integra todos os softwares necessários para a gestão do projeto. Ele em tese se adapta ao ciclo das equipes, contendo os softwares hoje utilizado pelas equipes. Entretanto não estrutura as atividades em si, atua em um nível de suporte e de maneira transversal à evolução do carro;
  - b. A cultura das equipes deve ser adaptada a fim de manter os softwares recomendados dentro do projeto e não partir para softwares não inclusos quando problemas técnicos surgirem. Para ferramentas de projeto, como CAD e CAE, a adaptação será necessária caso a equipe tenha que alterar o software utilizado atualmente para um outro pertencente à rede do PLM. Para softwares de gestão de projetos, como ERP, existe uma inércia para não utilização devido ser uma atividade não essencial à construção do protótipo;
  - c. Não abrange todas as etapas, com explicação de atuação acima;
  - d. É possível aplicar a metodologia com redução do escopo, dado que ela abrange de ponta a ponta a gestão do projetos;
  - e. Essa metodologia diferente das outras aqui citadas necessita de investimento, de licenças para os softwares operarem.

Tabela 6 – Consolidação dos dados das ferramentas

### Melhoria Contínua

1. DfMA e 5S:
  - a. A ferramenta DfMA deve ser aplicada nas fases de planejamento do projeto pois utiliza uma filosofia de redução de número e geometria de componentes a fim de facilitar fabricação e montagem. Já a ferramenta 5S deve ser aplicada ao longo de todo o ciclo se concentrando na organização dos espaços de trabalho, seja na oficina, seja nas salas de projeto;
  - b. Ferramentas não se mostram complexa pois insiste em uma filosofia de projeto e que podem ser traduzidas em forma de metas no planejamento do ciclo;
  - c. Filosofia tem aplicação viável junto às ferramentas de melhoria contínua;
2. Resolução de problemas:
  - a. As ferramentas de A3 e *QuickKaizen* devem ser aplicadas prioritariamente na transição dos ciclos e no caso do A3 deve ser acompanhado ao longo do ciclo. Entretanto, pode ser aplicada ao longo das atividades das equipes como por exemplo após competições amistosas ou após testes, supondo que haja mudança de estratégia do ciclo;
  - b. Ferramentas já utilizada pela equipe de Baja SAE e com complexidade adaptada às equipes;
  - c. Ferramentas já utilizada pela equipe de Baja SAE;
3. Análise de Falha:
  - a. As ferramentas de A3 e *QuickKaizen* devem ser aplicadas prioritariamente na transição dos ciclos e no caso do A3 deve ser acompanhado ao longo do ciclo. Entretanto, pode ser aplicada ao longo das atividades das equipes como por exemplo após competições amistosas ou após testes, supondo que haja mudança de estratégia do ciclo;
  - b. Ferramentas já utilizada pela equipe de Baja SAE e com complexidade adaptada às equipes;
  - c. Ferramentas já utilizada pela equipe de Baja SAE;

### Ferramentas da metodologia Ágil

- a. As ferramentas *Scrumban*, *Kanban* e *Scrumban* possuem funcionamentos distintos, mas tem papel semelhante nos projetos: provocam ambientes com tarefas e prazos controlados auxiliando no gerenciamento de tarefas e tempo. Elas devem ser aplicadas de maneira transversal ao ciclo, percorrendo das as macrofases. Vale ressaltar que o *Scrum* funciona para períodos pré-competição, onde o tempo tem um determinante direto. Possuem a ideia de iteração e tem um impacto positivo frente à cultura das equipes;
- b. Ferramentas possuem baixa complexidade perto da ferramenta de Análise de Falha e podem ser integradas no ciclo com a adoção de softwares como *Trello*, *Producteev*;
- c. Ferramentas semelhantes já são aplicadas nas equipes, exigem esforço para a manutenção do uso, dado que atuam como um suporte à evolução do protótipo;

## 4 ETAPA DE IDEACÃO

Após a consolidação das informações das equipes e das referências, a Fase de Desenvolvimento sucede com uma base de informações suficiente para ser iniciada. Essa fase, englobando as etapas de Ideação e Implementação, visa estruturar e propor a solução final para as equipes.

Na introdução do trabalho, uma problematização foi estruturada frente aos problemas superficialmente percebidos pelo autor. Nos objetivos, diretrizes para uma possível solução foram estruturadas por meio, principalmente, de questões. A necessidade da elaboração de um modelo de referência ficou clara não somente nessa seção, mas também na consolidação das informações levantadas na etapa de pesquisa. Sendo assim, a solução dos problemas levantados das equipes gira em torno desse modelo. Após a elaboração do modelo, ferramentas devem construídas com uma abordagem própria de cada equipe para então serem implementadas.

Essa etapa seguirá a linha de raciocínio explicitada na Figura 17.

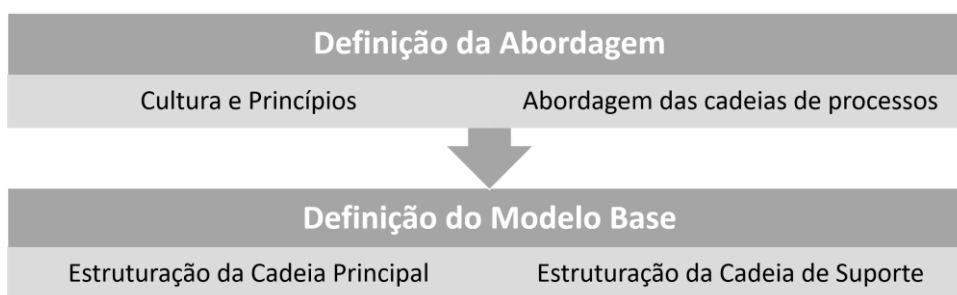


Figura 17 - Fluxograma da construção do modelo de referência

### 4.1 Definição da Abordagem

Na fase de entendimento foi possível verificar diferentes abordagens para a solução da gestão de produtos e serviços. Como essa solução deve trabalhar com pessoas e equipes em diferentes situações e visa em um longo prazo unir as estratégias das equipes em um espaço colaborativo, uma cultura organizacional deve ser estabelecida, antes mesmo da seleção de uma abordagem em específico.

#### 4.1.1 Cultura e Princípios

Segundo Nakagawa (2016), a cultura organizacional pode ser traduzida no trio missão-visão-valores com definição adaptada para as equipes. Esse pode ser obtido a partir dos seguintes passos:

- a. Missão: Propósito e a razão da equipe existir;
  - a. Definir o principal benefício que a equipe leva para seus membros;
  - b. Definir principal vantagem competitiva que distingue de concorrentes;
  - c. Definir se há algum interesse especial ou se o interesse é uma consequência do sucesso das atividades;
  - d. Elaborar frase curta contendo 3 pontos acima e validar com os times;
- b. Visão: Realidade que a equipe espera atingir em período definido de tempo;
  - a. Definir horizonte de planejamento e expectativa de resultados nesse prazo;
  - b. Determinar indicador que resuma o sucesso da equipe nesse prazo;
  - c. Elaborar frase curta com 2 pontos acima e validar com time;
- c. Valores: Ideias e princípios de atitude, comportamento e resultados;
  - a. Se equipe fosse uma pessoa, quais atitudes ela deveria ser conhecida, lembrada e admirada?
  - b. Validar se lista de atitudes são cabíveis de se transformarem em valores;

Mesmo com o conceito definidos, a missão e visão das equipes diferem no curto prazo, logo não há sentido para defini-los nesse trabalho. Entretanto, os valores são próximos e permitem uma generalização para as equipes. Os cinco seguintes valores ou princípios foram levantados e validados com as equipes

a. Espírito Mão na Massa:

A execução do projeto acontece na sala de projeto e na oficina, a proximidade a esses ambientes é essencial para todos os membros;

b. Orientação para resultados:

As equipes são parte de uma rede de competições universitárias que exigem dedicação e entrega em prol de resultados. Além desses, resultados internos também devem ser perseguidos;

c. Decisões orientadas por fatos e dados:

Fundamentar decisões em cima de testes, padrões históricos e sobre a teoria de projeto de cada ênfase;

d. Visão de todo da equipe:

Exercer atividades com um olhar lateral e analisar efeitos colaterais em outros sistemas;

e. Trabalho contínuo:

Devido à divisão em ciclos e geridas informalmente, a execução dos protótipos depende de um trabalho de continuidade dos ex-membros a fim de perpetuar as transformações e o conhecimento;

#### **4.1.2 Abordagem da cadeia de atividades**

Com a cultura comum das equipes estabelecida, é possível selecionar qual abordagem o modelo de atividades deve seguir. As abordagens possíveis para aplicação nas equipes são:

a. Abordagem por macrofases:

Abordagem utilizada pelas metodologias que exercem o PDP, onde é possível subdividir em duas cadeias (principal e suporte), com atenção voltada para a criação de valor do produto. Entende-se por macrofases, as etapas de um ciclo de projeto

(Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Encerramento). A Figura 18 exemplifica uma abordagem por macrofases.

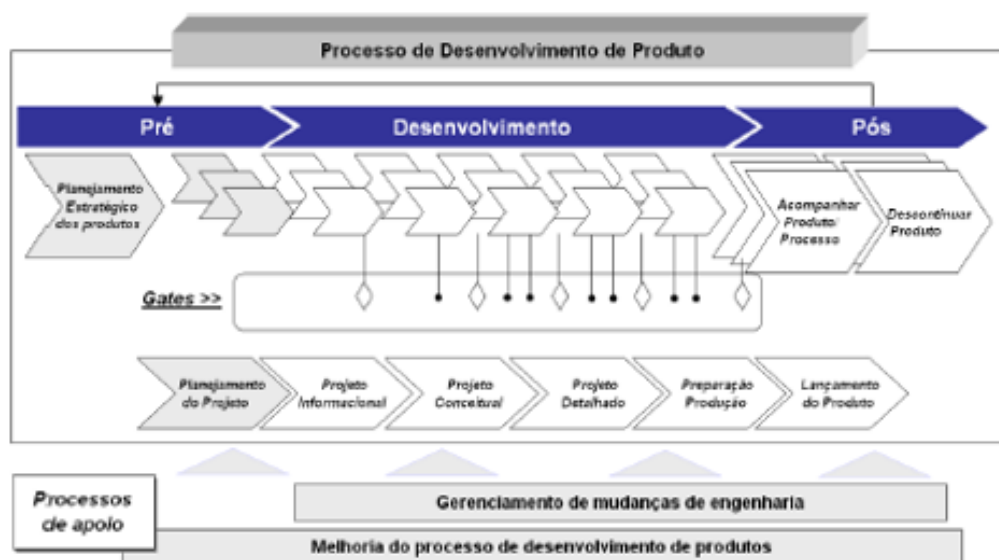


Figura 18 – Exemplo de PDP com abordagem por macrofases

Fonte: Rozenfeld et al (2006)

b. Abordagem por *stakeholders*:

Abordagem citada em algumas referências como *Project IN Controlled Environments* (PRINCE), onde as atividades são segmentados em grupos de *stakeholders* que estão em torno do produto.

c. Abordagem por organograma:

Entende-se por organograma nas equipes a ordenação dos diferentes subsistemas, seja de projeto ou planejamento. Uma abordagem por organograma significa discretizar atividades para cada subsistemas e descentralizar o projeto do protótipo. Em empresas com processos e gestão consolidados, essa abordagem é aplicável, pois existe continuidade e independência das áreas. Já nas equipes, essa descentralização dificulta a gestão dos níveis tático e estratégico, inviabilizando a gestão das equipes.

Dado as avaliações de cada uma, a abordagem que se mostra mais viável para aplicação nas equipes é a por macrofases pois coloca o produto em primeiro plano e permite uma rotação por ciclo mais fácil em comparação das outras. Essa também permite separar

as atividades principais em uma cadeia e as atividades de suporte em outra cadeia. Ora, a de stakeholders e subsistemas concentram as informações nos membros e nas suas posições, que se caracterizam instáveis por meio da análise do comportamento das equipes.

## **4.2 Definição de Modelo Base**

A modelagem do PDP, segundo Kaminski (2000), Rozenfeld et al. (2006) e Silva (2013), está estruturada em macrofases, fases e atividades. Nesse trabalho, as macrofases consistem na diretriz para o ciclo de desenvolvimento dos protótipos. Essas macrofases estão alinhadas com uma cadeia principal de evolução do protótipo. Essa cadeia por sua vez possui sistemas transversais que reúnem as fases e essas, as atividades.

O desafio é traduzir as macrofases tradicionais de projetos, vistas nas referências citadas acima, para o contexto das equipes. Após uma análise dos ciclos atuais das equipes e junto com a tendência de cada competição, as macrofases Planejamento, Projeto, Fabricação, Validação e Competição foram estabelecidas como referências da cadeia principal do ciclo do protótipo.

As atividades e frentes que estão inseridas longe do contexto de competição e que possuem as principais entradas e saídas independentes do sucesso do protótipo compõem a cadeia de suporte.

Portanto, o modelo base deve possuir duas cadeias, principal e de suporte, com macrofases, fases e atividades específicas para cada um. A fim de organizar melhor as atividades, sistemas transversais à cadeia devem compor o modelo. A Figura 42 contida no Anexo D representa o modelo base para a gestão das equipes de competição. A Figura 43 representa o modelo após a estruturação da cadeia principal e a Figura 44 ilustra a cadeia de suporte. Vale ressaltar que as cadeias são independentes.

### 4.2.1 Estruturação da Cadeia Principal

Nas seções seguintes, a cadeia principal será estruturada segundo o fluxograma representado na Figura 19.

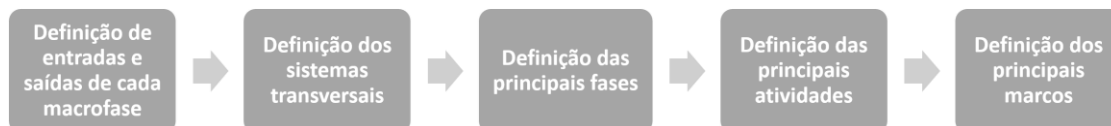


Figura 19 - Fluxograma de estruturação de cada cadeia

Segundo Silva (2013), as fases de uma macrofase geram um conjunto de informações e as interfaces entre essas informações caracterizam o término de uma e início de outra macrofase. Sendo assim, foi analisada as entradas e saídas principais de cada macrofase.

#### 4.2.1.1 Entradas e Saídas - Macrofase Planejamento

O planejamento contribui com a priorização de projetos, definição de diretrizes permitindo um uso eficiente de recursos durante o ciclo e um andamento de fechamento mais criterioso e contínuo.

Na etapa do planejamento, as entradas e saídas foram analisadas segundo mapeamento das informações na etapa de pesquisa gerando a Figura 20.



Figura 20 – Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Planejamento

As entradas são compostas por dois cenários: Competição e Equipe. Na competição espera-se dados sobre os resultados da equipe e de outras equipes, assim como o *Benchmarking* dessas outras. Na equipe espera-se uma análise retroativa que visa entender o desempenho da equipe no último ciclo e entender qual a situação atual de recursos.

As saídas são lideradas pelas diretrizes do ciclo e que podem ser representadas pelos documentos de gestão listados acima. Os Planos de Gerenciamento do Protótipo Operações representam documentos para atualização ao longo do ciclo, estruturas para preenchimento ao longo do ciclo e guias para direcionamento das atividades. Para o primeiro, um exemplo seria o Plano de Ação, o cronograma, orçamento entre outros. Para o segundo, as estruturas de gestão de problemas, tarefas, comunicação, relacionamento e gerenciamento com stakeholders são exemplos.

Uma atenção especial ao documento de Evolução do Protótipo que seria um conjunto de editáveis como lista de peças (“BOM” – *Bill of Materials*), lista de materiais, identificação de processos de fabricação, listas de testes e validações.

#### 4.2.1.2 Entradas e Saídas – Macrofase Projeto

Na etapa do projeto, as entradas e saídas foram analisadas segundo mapeamento das informações na etapa de pesquisa gerando a Figura 21.

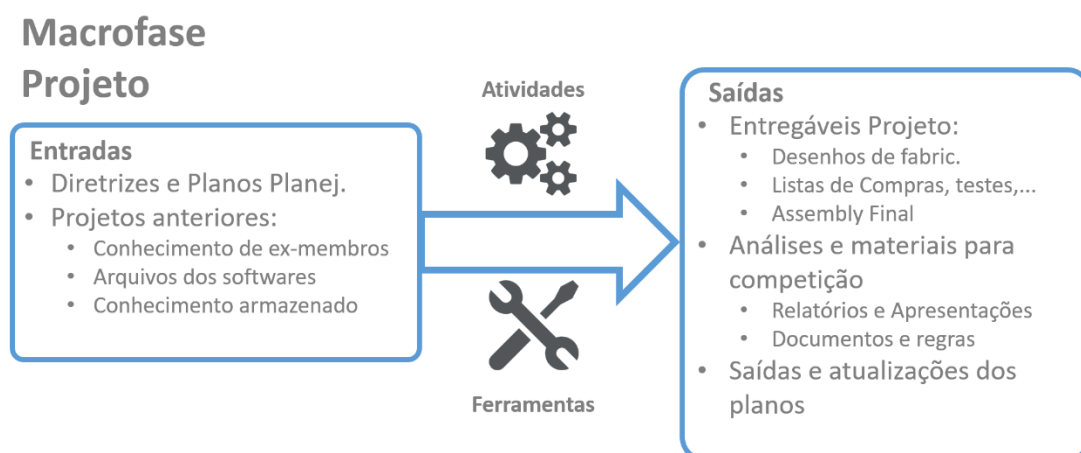


Figura 21 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Projeto

As diretrizes e planos de planejamento (gerenciamento do protótipo, monitoramento, melhoria, financeiro e relacionamento) são entradas não só para a macrofase de projeto, mas também para as outras. Elas podem ser atualizadas ou podem gerar novas saídas, a depender do tipo de plano, como explicitado na seção anterior.

Os projetos anteriores representam a transmissão de conhecimento formalmente (via arquivos e sistema) ou informalmente (via oral). No caso do projeto, os arquivos de softwares de projeto são essenciais para a geração do projeto.

As principais saídas do projeto são os entregáveis para a fabricação, pois vão permitir o andamento dessa outra macrofase. Desenhos de fabricação, lista de materiais e montagens dos sistemas e final são a base para a fabricação.

As atividades e as ferramentas específicas de projeto geram as saídas para outras macrofases contidas em diferentes sistemas. Do projeto, também saem análises importantes para cumprir às exigências da competição.

#### 4.2.1.3 Entradas e Saídas – Macrofase Fabricação

Na fabricação do protótipo, as entradas e saídas foram analisadas segundo mapeamento das informações na etapa de pesquisa gerando a Figura 22.

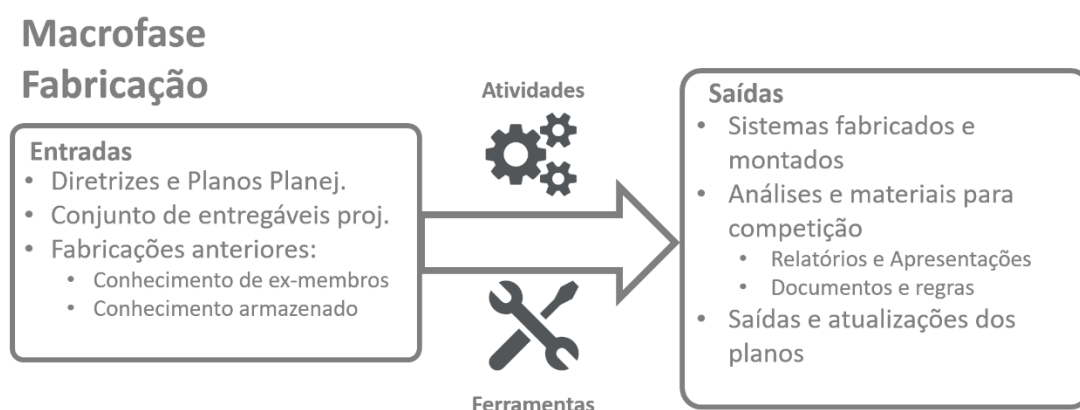


Figura 22 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Fabricação

No caso da fabricação, conhecimentos técnicos de ex-membros são fundamentais pois evitam retrabalhos principalmente no relacionamento com os parceiros de fabricação.

Mas como são informais, a tendência após implantação do modelo de gestão é transição para a formalidade.

Os conjuntos de entregáveis de projeto são evoluídos e passados para os *stakeholders*, sendo membros da equipe, parceiros externos, entre outros. As outras entradas seguem o mesmo padrão da etapa de projeto.

As principais saídas da etapa de fabricação são os sistemas montados prontos para as etapas de validação. As outras saídas seguem o mesmo padrão da etapa de projeto.

#### 4.2.1.4 Entradas e Saídas – Macrofase Validação

Na etapa de validação, as entradas e saídas foram analisadas segundo mapeamento das informações na etapa de pesquisa gerando a Figura 23.



Figura 23 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Validação

Como as entradas diretrizes e planos de planejamento varrem todas as macrofases, na validação não é diferente. Entretanto é interessante ressaltar a entrada de guia de validação. Esse pode ser interpretado como um conjunto de documentos que caracterizam os testes e auxiliam na execução dos mesmos.

As saídas análises e materiais para competição e saídas e atualização dos planos seguem o mesmo padrão das macrofases anteriores. Já o protótipo pronto para a competição significa possuir todos os sistemas validados e passíveis de aprovação no regulamento da competição.

#### 4.2.1.5 Entradas e Saídas – Macrofase Competição

Na competição, as entradas e saídas foram analisadas segundo mapeamento das informações na etapa de pesquisa gerando a Figura 24.

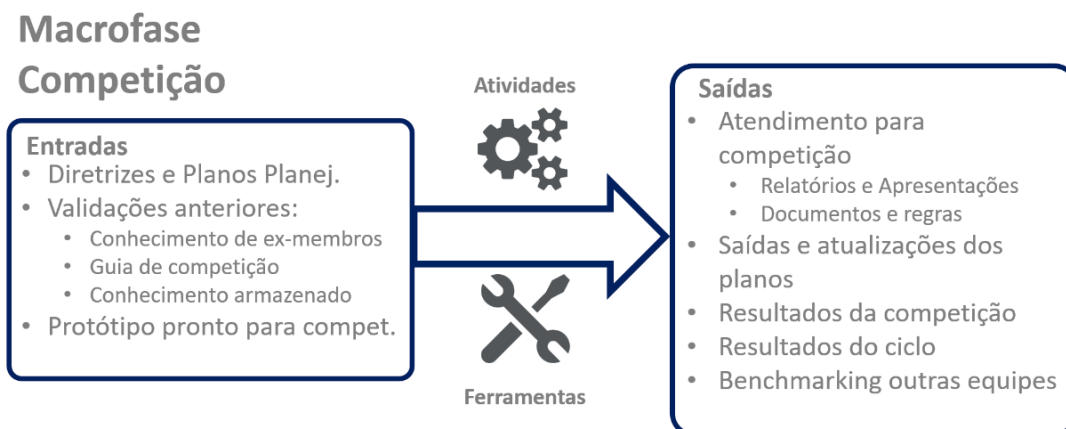


Figura 24 - Diagrama de Entradas e Saídas principais para Macrofase de Competição

A macrofase da competição deve consistir na convergência de todas as diretrizes e todos os planos executados ao longo do ciclo. Além dessas entradas, um guia de competição é interessante e atua de maneira semelhante ao guia de validação.

As saídas de uma competição são os resultados e o posicionamento da equipe dentro desse ambiente. Logo, é importantíssimo uma análise comparativa das outras equipes, *benchmarking*. Esses pontos servirão de base para o início da transição do ciclo e com isso redimensionar os recursos, com novas diretrizes e planos para o próximo ciclo.

#### 4.2.1.6 Definição dos sistemas transversais

Após o esclarecimento das entradas e saídas, o próximo passo é a definição dos sistemas transversais à cadeia principal. Os sistemas definidos são:

##### a. Evolução do Protótipo (EP):

O sistema evolução do protótipo engloba as entradas e saídas ligadas diretamente à evolução do protótipo. Entende-se evolução do protótipo como o processo que, a partir do protótipo anterior, agrega valor ao novo protótipo. Ou seja, as listas de peças,

materiais, lista de recursos para fabricação e validação, entregáveis de projeto, veículo projetado, fabricado e validado.

Em um cenário de aplicação da ferramenta de caminho crítico, essas entradas e saídas devem estar na principal frente do cronograma. Assim, esse sistema engloba as fases e as atividades referente a essas entradas e saídas.

b. Competição (CT):

O sistema de competição engloba as fases e atividades ligadas diretamente com os requisitos impostos pela competição. Relatórios técnicos, apresentações, documentos técnicos, certificações, e outros processos ligados ao cumprimento da regra entram nesse sistema. A principal saída desse sistema é o entendimento para competições.

c. Operações (OP):

O sistema de Operações reúne os processos mais transversais do ciclo. Inclui as atualizações das diretrizes, produção de relatórios de melhoria contínua, produção de relatórios de pauta e ata de reuniões entre membros, entre o conselho (professores e ex-membros, a detalhar a posteriori), ou seja, entre os níveis de governança e toda a gestão financeira da equipe. Também inclui os métodos de gestão de tarefas, a gestão de pessoas com a execução de feedbacks, mapeamento de competências e processos de reposição de pessoas, contato com patrocinadores, comunicação em mídias internas e externas e relacionamento com a Poli.

Esse sistema também engloba as entradas e saídas relacionadas à gestão de caixa da equipe. Desde a produção de um orçamento, até o relacionamento com os parceiros que financiam a equipe entram no escopo desse sistema.

Vale ressaltar atividades como a captação de novos parceiros e a renovação de permissões de uso da infraestrutura da escola. Esse sistema tem atividades iniciadas simultaneamente ao início do ciclo pois engloba desde as reuniões até a gestão de pessoas.

#### 4.2.1.7 Definição das principais fases

Analizando as informações das equipes foi possível elaborar as fases de cada macrofase com o detalhamento de quais sistemas estão envolvidos. A fim de facilitar a ilustração das fases na Figura 43, foram utilizados códigos para cada uma. A Tabela 7 detalha essas relações.

Tabela 7 – Detalhamento das fases por macrofase

Macrofase Planejamento		
Código Fase	Sistemas Envolvidos	Fase
ADD	EP, CT, OP	Avaliação de Desempenho
DDD	EP, CT, OP	Determinação de Diretrizes
DPA	EP, CT, OP	Desenvolvimento Plano de Ação
DDO	EP, CT, OP	Desenvolvimento de Operações
ADM	EP, CT, OP	Aprovação de Macrofase
Macrofase Projeto		
PCP	EP	Preparação e Capacitação para Projeto
TPP	EP	Testes Pré-Projeto
PAP	EP	Projeto Analítico do Protótipo
PCP	EP	Projeto Computacional do Protótipo
EEP	EP	Elaboração Entregáveis Projeto
EPA	CT, OP	Execução e Atualização de Planejamento
Macrofase Fabricação		
EDF	EP	Execução da Fabricação
MDP	EP	Montagem do Protótipo
EPA	CT, OP	Execução e Atualização de Planejamento
Macrofase Validação		
TEP	EP	Testes Estáticos do Protótipo
TDP	EP	Testes Dinâmicos do Protótipo
PCC	CT	Produção Conteúdo Competição
EPA	OP	Execução e Atualização de Planejamento
Macrofase Competição		
PAR	EP	Preparação para Atendimento à Regra
FCC	CT	Finalização Conteúdo Competição
EPA	OP	Execução e Atualização de Planejamento

O sistema de código adotado se baseia no nome da fase. Muitas dessas estão compartilhadas em vários sistemas na mesma macrofase. Como é o exemplo das fases do planejamento. Essas possuem características muito semelhantes entre si e por isso receberam o mesmo nome e código para todos os sistemas (ADD, DDD, DPA, DDO, ADM).

Para o sistema evolução do protótipo (EP), fases exclusivas foram adotadas pois esse consiste no sistema mais crítico do modelo. A fase Execução e Atualização de Planejamento (EPA) foi adotada para o projeto, fabricação, validação e competição para diferentes sistemas pois consiste em uma fase com atividades genéricas, segundo Rozenfeld (2006). As fases EPA possuem atividades distintas para cada fase e cada sistema, ou seja, existem 6 EPA's diferentes. Cada uma será nomeada como EPA – (sistema) – (macrofase), como por exemplo EPA-OP-Projeto.

Quando uma fase possui atividades suficientemente caracterizadoras, ela recebe um outro nome, como ocorreu com as fases Preparação de Conteúdos para Competição (PCC) e Finalização de Conteúdos para Competição (FCC). Essa fase concentra as atividades relacionadas às interações com fornecedores, laboratórios, centros de fabricação, entre outros, próprios da fabricação do protótipo. As atividades específicas de cada fase serão detalhadas abaixo.

#### 4.2.1.8 Definição das principais atividades

A fim de encontrar as atividades principais de cada fase, foi realizado um desdobramento em cada macrofase. A Tabela 8 resume as principais atividades da macrofase do planejamento.

Nessa tabela é possível verificar que as atividades são sequenciais partindo da AQRC até ASHR. Algumas atividades estão mais detalhadas e outras mais genéricas. As atividades DFPE, DFPO e DFPC quando unidas compõem a atividade APPJ. O Plano de Projeto será detalhado adiante, assim como os modelos das principais ferramentas e entregáveis por atividade serão detalhados na seção das ferramentas.

Tabela 8 – Principais atividades da macrofase de Planejamento

Macrofase Planejamento			
Código Atividade	Sistemas Envolvidos	Código Fase	Atividade
AQRC	CT	ADD	Analisar quantitativa dos resultados competição
AMPO	CT	ADD	Analisar melhores práticas de outras equipes
ASQL	EP, CT, OP	ADD	Analisar cada sistema e suas fases do ciclo qualitativamente (problemas, pontos positivos e negativos)
ADQN	EP, CT, OP	ADD	Analisar diretrizes ciclo passado quantitativamente (problemas e acertos)
ARDE	EP, OP	DDD	Analisar recursos (pessoas, financeiro, ativos) disponíveis e expectativas
ASER	OP	DDD	Analisar situação e expectativa regulamentos
DSPL	EP, CT, OP	DDD	Definir soluções para problemas levantados
DMGL	EP, CT, OP	DDD	Definir metas globais para cada sistema
DMEP	EP, CT, OP	DDD	Desdobrar metas globais em específicas para cada sistema
EPAM	EP, CT, OP	DPA	Elaborar plano de ação para cada meta específica
DCGM	EP, CT, OP	DPA	Definir cronograma geral segundo marcos independentes
DFAS	EP, CT, OP	DPA	Definir fases e atividades para cada sistema
SADC	EP, CT, OP	DPA	Sequenciar atividades e definir cronogramas
DFPE	EP	DDO	Definir ferramentas e processos de evolução de protótipo
DFPO	OP	DDO	Definir ferramentas e processos de operações
DFPC	CT	DDO	Definir ferramentas e processos de competição
FPPJ	EP, CT, OP	DDO	Fechar Plano de Projeto
APPJ	EP, CT, OP	ADM	Aprovar Plano de Projeto com nível de governança
ASHR	OP	ADM	Apresentar para stakeholders e acordar responsabilidades

Sob a mesma metodologia, foi feito um desdobramento das fases em atividades para a macrofase de Projeto do protótipo, como mostra a Tabela 9.

As atividades abaixo representadas possuem a mesma nomenclatura de 4 dígitos que as atividades do planejamento. Entende-se por parâmetros não chave, aqueles que são específicos de subsistemas de projeto como momento de inércia, desgastes diametrais de componentes, ângulo de rolagem entre outros. Esses são essenciais para os respectivos projetos, mas não são de fácil medição como massa, altura do centro de gravidade, distâncias de frenagem, aceleração, entre outros.

A atividade FECF representa as entradas que não são obtidas frente testes ou protótipos anteriores das equipes, mas que são fundamentais para o desenvolvimento do projeto. A atividade DDTV representa a definição de design da carenagem e da escala de cores para os componentes do protótipo, sejam eles estruturais ou não. Na atividade ECAD, entende-se por similares softwares que são complementares ao CAD, como o Proteus que auxilia no desenvolvimento de PCB's. A atividade ECAE engloba a utilização de softwares para análise fluidodinâmica, análise estrutural, análise de impacto, análise

de desempenho de motorização, análise com multicorpos dinâmica de suspensão e direção.

Na fase PAP, as atividades englobam os sistemas *chassis*, *powertrain* e eletrônica, mas caso a equipe possua outro subsistema, vale o esforço de atualização. Assim como no planejamento, os modelos das principais ferramentas utilizadas no projeto serão detalhados, como o *checkup* de gestão.

Tabela 9 – Principais atividades da macrofase de Projeto

Macrofase Projeto			
Código Atividade	Sistemas Envolvidos	Código Fase	Atividade
ETPJ	EP	PCP	Estudar sobre teoria de projeto
CMSP	EP	PCP	Capacitar membros para utilização de softwares de projeto
PVPT	EP	TPP	Preparar e validar propostas de testes
PITT	EP	TPP	Preparar instrumentação para testes
RMPN	EP	TPP	Realizar medições para parâmetros não chave não identificados em competição
FECF	EP	TPP	Fazer estudos comparativos para obter outras entradas de projetos
EACC	EP	PAP	Elaborar e/ou atualizar cálculos analíticos para chassis
EACP	EP	PAP	Elaborar e/ou atualizar cálculos analíticos para powertrain
EACE	EP	PAP	Elaborar e/ou atualizar cálculos analíticos e esboços para elétrica/eletrônica
DDTV	EP	PAP	Definir design e temática do veículo
ECAD	EP	PCP	Elaborar modelos CAD ou similares de componentes
ECAE	EP	PCP	Validar modelos CAD ou similares com simulações em CAE
MCAD	EP	PCP	Montar e validar sistemas em CAD
MASS	EP	PCP	Montar e validar assembly final do protótipo
PDPF	EP	EEP	Preparação de desenhos e atualizações da evolução do protótipo em lotes durante projeto e se estendendo para fabricação
APEP	EP	EEP	Atualizar plano de evolução do protótipo devido mudanças no projeto
EACR	CT	EPA	Elaborar análises complementares para relatórios e documentos da competição (simulações,...)
EFMC	OP	EPA	Executar ferramentas de monitoramento e controle (reuniões, quadros de tarefas digitais ou não)
MCCA	OP	EPA	Manter canais de comunicação atualizados (facebook, mailing, site)
COAM	OP	EPA	Controlar orçamento e atualizar segundo mudanças
RCNP	OP	EPA	Realizar captação de novos parceiros
PRCR	OP	EPA	Preparar relatórios de captação de recursos
PCPC	OP	EPA	Prestar contas para parceiros chave
PRMC	OP	EPA	Produzir relatórios de melhoria contínua
MIST	OP	EPA	Manter autorizações de uso de infraestrutura predial atualizadas
CKUP	OP	EPA	Fazer check-up gestão durante após projeto

A Tabela 10 mostra as principais atividades da macrofase de Fabricação. Nela é possível visualizar atividades que percorrem praticamente todo o ciclo, como as atividades CPNF, VSIS, ARFP e as atividades da fase EPA, que são comuns nas outras macrofases.

As atividades FMEP, FETS, FCUS, FCNU e FCEE englobam a etapa de fabricação do protótipo e podem ser mais subdivididas de acordo com a segmentação em subsistemas das equipes. Entende-se por elementos tubulares e soldados, os braços de suspensão, barra e colunas de direção e principalmente a estrutura do protótipo. Já por componentes não usinados e não soldados, entende-se componentes de fácil fabricação, própria ou não, como carenagens plásticas, estofados, placas de suporte, entre outros elementos não usinados, não soldados e não laminados.

Tabela 10 - Principais atividades da macrofase de Fabricação

Macrofase Fabricação			
Código Atividade	Sistemas Envolvidos	Código Fase	Atividade
CPNF	EP	EDF	Comprar peças não fabricadas
CICF	EP	EDF	Comprar insumos e consumíveis da fabricação
VSIS	OP	EPA	Verificar status infraestrutura e manter autorizações atualizadas
ARFP	OP	EPA	Alinhar responsabilidades com fornecedores e parceiros de fabricação
FMEP	EP	EDF	Fabricar moldes e elementos pré-fabricação
FETS	EP	EDF	Fabricar elementos tubulares e soldados
FCUS	EP	EDF	Fabricar componentes usinados
FCNU	EP	EDF	Fabricar componentes não usinados e não soldados
FCEE	EP	EDF	Fabricar componentes elétricos e eletrônicos
MSEE	EP	MDP	Montagem sistemas eletrônicos e eletrônicos
MEST	EP	MDP	Montagem estrutura
MSCP	EP	MDP	Montagem sistemas chassis e powertrain
MVPT	EP	MDP	Montagem veículo pre-testes
EFMC	OP	EPA	Executar ferramentas de monitoramento e controle (reuniões, quadros de tarefas digitais ou não)
MCCA	OP	EPA	Manter canais de comunicação atualizados (facebook, mailing, site)
COAM	OP	EPA	Controlar orçamento e atualizar segundo mudanças
RCNP	OP	EPA	Realizar captação de novos parceiros
PCPC	OP	EPA	Prestar contas para parceiros chave
PRMC	OP	EPA	Produzir relatórios de melhoria contínua
CKUP	OP	EPA	Fazer check-up gestão durante após projeto
GCAC	CT	EPA	Gerar conteúdo e análises para documentos competição

A Tabela 11 compreende as principais atividades da macrofase de validação. Com a manutenção na nomenclatura de quatro dígitos, é distribuída em fases simultâneas com outras de outras macrofases.

A atividade RTVC ocorre ao longo de todo o ciclo e é aplicável em componentes que falharam no ciclo anterior e com pequenas mudanças de projeto são validadas em testes estáticos ou dinâmicos ao longo do ciclo. Essa atividade justifica o início da validação juntamente com outras macrofases.

Os testes das atividades RMIP, RTCP, RTDL, RTDT, RTDC, RTDR e CSAV serão ilustrados nas ferramentas de *checklists* de testes. Cada equipe possui seus testes específicos e mais representativos. Testes de conforto para o milhagem não fazem tanto sentido quanto para o Baja. Ao contrário de testes de desempenho lateral. Testes de desempenho longitudinal e calibração de sistemas podem consistir em atividades complementares, como a calibração de motor e treinamento de piloto no Fórmula.

Tabela 11 - Principais atividades da macrofase de Validação

Macrofase Validação			
Código Atividade	Sistemas Envolvidos	Código Fase	Atividade
RTVC	EP	TDP	Realizar testes e validações em componentes e sistemas - pré finalização do veículo todo
RMIP	EP	TEP	Realizar medições iniciais do protótipo
RTCP	EP	TEP	Realizar testes cinemáticos em protótipo
VMTG	EP	TEP	Validar montagem do protótipo
RTDL	EP	TDP	Realizar testes de desempenho longitudinal
RTDT	EP	TDP	Realizar testes de desempenho lateral
RTDC	EP	TDP	Realizar testes de desempenho em conforto
RTDR	EP	TDP	Realizar testes de desempenho para requisitos de competição
VSES	EP	TDP	Validar sistemas específicos em separado do veículo
CSAV	EP	TDP	Calibração de sistemas acoplados ao veículo
PDOC	CT	PCC	Preparar documentos e análises obrigatórios de regulamento. Inscrição na competição
PBRA	CT	PCC	Preparar base de relatórios e apresentações para competição
EFMC	OP	EPA	Executar ferramentas de monitoramento e controle (reuniões, quadros de tarefas digitais ou não)
MCCA	OP	EPA	Manter canais de comunicação atualizados (facebook, mailing, site)
COAM	OP	EPA	Controlar orçamento e atualizar segundo mudanças
RCNP	OP	EPA	Realizar captação de novos parceiros
PCPC	OP	EPA	Prestar contas para parceiros chave
PRMC	OP	EPA	Produzir relatórios de melhoria contínua
CKUP	OP	EPA	Fazer check-up gestão durante após validação
PLOG	OP	EPA	Preparar logística e burocracia competição

Após o cumprimento de todas essas tarefas, a macrofase da competição abrange as atividades no período pré-evento, poucas semanas antes do principal marco do projeto.

A Tabela 12 mostra as principais atividades da macrofase de competição.

As atividades FCES, FCAC e MVFP representam a finalização do veículo para a competição, como ajuste de elementos de segurança (extintor, chave mata, cinto de segurança e equipamentos). Após cumpridas, é possível realizar a atividade VARG.

As atividades PELP e EELP consistem na preparação de evento de lançamento do protótipo e pode iniciar em macrofases anteriores. Esse evento é um marco de suma importância no ciclo pois garante o veículo finalizado.

Tabela 12 - Principais atividades da macrofase de Competição

Macrofase Competição			
Código Atividade	Sistemas Envolvidos	Código Fase	Atividade
FCES	EP	PAR	Finalizar componentes essenciais para segurança
FCAC	EP	PAR	Finalizar componentes de acabamento
RRMV	EP	PAR	Reprojetar, refabricar e montar componentes em reprojeção devido validação
MVFP	EP	PAR	Montar versão final do protótipo
VARG	EP	PAR	Validar atendimento à regra
IFDC	CT	FCC	Formalizar documentação para competição
FRAT	CT	FCC	Finalizar relatórios e apresentações técnicas
VRDC	CT	FCC	Validar em rodadas documentos referentes à competição
PELP	OP	EPA	Planejar evento de lançamento do protótipo
EELP	OP	EPA	Executar evento de lançamento de protótipo
EFMC	OP	EPA	Executar ferramentas de monitoramento e controle (reuniões, quadros de tarefas digitais ou não)
MCCA	OP	EPA	Manter canais de comunicação atualizados (facebook, mailing, site)
COAM	OP	EPA	Controlar orçamento e atualizar segundo mudanças
RCNP	OP	EPA	Realizar captação de novos parceiros
PCPC	OP	EPA	Prestar contas para parceiros chave
PRMC	OP	EPA	Produzir relatórios de melhoria contínua
VCPT	OP	EPA	Viajar para competição
CPTR	OP	EPA	Competir

#### 4.2.1.9 Definição dos principais marcos

Segundo as referências de PDP acima, marcos ou *gates* podem ser estipulados para demarcar transições entre as macrofases, entre fases e entre atividades. Segundo Rozenfeld (2006), esses marcos podem ser subdivididos em *gates* gerenciais e *gates* técnicos. Entendendo-se por gerencial aquele que deve acontecer ao término de cada fase para que ocorra o prosseguimento da mesma.

Para evitar um excesso de governança e interações, foram definidos marcos por todo o ciclo, mas sem diferenciações, podendo ocorrer ao término ou durante uma fase. Nesse último caso, ocorrendo ao término de uma atividade.

A Tabela 13 apresenta os principais marcos do ciclo envolvendo todos os sistemas no início, o sistema EP no meio curso e no final os sistemas de OP e CT.

Tabela 13 – Principais marcos do ciclo

Macrofase Planejamento			
Código	Sistemas	Atividade	
Marco	Envolvidos	Envolvida	Marco
I	EP, CT, OP	SADC	Finalização de cronograma do ciclo
II	EP, CT, OP	APPJ	Aprovação Plano de Projeto
Macrofase Projeto			
Código	Sistemas	Atividade	
Marco	Envolvidos	Envolvida	Marco
III	EP	DDTV	Aprovação de design e temática do protótipo
IV	EP	MASS	Aprovação de Assembly Final CAD do veículo
V	OP	RCNP	Aprovação funding de principal parceiro
Macrofase Fabricação			
Código	Sistemas	Atividade	
Marco	Envolvidos	Envolvida	Marco
VI	EP	MEST	Finalização estrutura tubular
VII	EP	MVPT	Montagem inicial do protótipo
Macrofase Validação			
Código	Sistemas	Atividade	
Marco	Envolvidos	Envolvida	Marco
VIII	EP	VMTG	Validação após testes cinemáticos
IX	EP	CSAV	Protótipo calibrado
X	CT	PDOC	Inscrição realizada na competição
Macrofase Competição			
Código	Sistemas	Atividade	
Marco	Envolvidos	Envolvida	Marco
XI	CT	VRDC	Entrega documentos para competição
XII	OP	EELP	Lançamento protótipo e montagem final
XIII	OP	CPTR	Competição principal

A Figura 43 ilustra os marcos atrelados às fases da cadeia principal.

#### 4.2.2 Estruturação da Cadeia de Suporte

Diferentemente da cadeia principal, a cadeia de suporte depende da cronologia de funcionamento de cada ambiente da Escola. Sendo assim, não possui macrofases, por representar uma situação com etapas variáveis, diferentemente da abordagem adotada para a cadeia principal.

Para tangibilizar esse conceito, pode-se adotar como exemplo o processo de manutenção do espaço físico da equipe que depende das ações e governança da escola

e suporta o desenvolvimento do ciclo. Outro exemplo, é o recrutamento de novos membros que depende do calendário escolar da escola.

O fluxograma da Figura 25 expressa a estruturação dessa cadeia por esse presente trabalho. Vale ressaltar que como não possui macrofases fixas, não foi necessário estruturar entradas e saídas para cada uma.



Figura 25 – Fluxograma de estruturação da cadeia de suporte

#### 4.2.2.1 Definição dos sistemas da cadeia de suporte

Como tangibilizado na seção anterior, os sistemas dessa cadeia não possuem o protótipo como principal agente e não possui as macrofases principais como guia para execução, mas sim agentes externos em ambientes não controláveis pela equipe. Os sistemas definidos são:

##### a. Recrutamento (RT):

Esse sistema engloba todas as atividades referentes aos processos de recrutamento de novos membros para a equipe. Esse está em diferente situação em cada equipe e possui calendários e forças que independem da evolução do protótipo.

##### b. Gestão de Ativos (GA):

Entende-se por ativos, os espaços próprios das equipes, os estoques de consumíveis, de ferramentas, os protótipos anteriores, o maquinário de oficina e de escritório. Nesse sistema é possível implantar ferramentas independentes do ciclo em si, como a 5s.

##### c. Relacionamento com outras equipes – GearPoli (GP):

O relacionamento com as outras equipes é uma das motivações da realização desse trabalho, considerando a execução do espaço colaborativo e compartilhado entre as equipes. Além do espaço, a GearPoli consiste em um ambiente independente dos protótipos das equipes pois possui outros objetivos como o aumento de *awareness* dentro da Escola e o aumento do poder de barganha das equipes frente às instituições.

#### 4.2.2.2 Definição das principais fases

Como na cadeia de suporte ao conceito de macrofases não se aplica, pela baixa duração e baixa complexidade, as fases foram divididas por sistema. Como cada equipe possui situações com estratégias distintas para cada sistema, as fases aqui definidas consistem em sugestões base e não necessariamente um retrato completo de um cenário futuro. A nomenclatura das fases e atividades segue a cadeia principal, como pode ser visto na Tabela 14.

As fases do sistema recrutamento são sequenciais com a fase CMB e TPC simultâneas. A ATM representa atividades comuns às diversas equipes e também está inserida dentro da fase GVE do sistema GP.

As fases do sistema Gestão Ativos estão divididas pelos locais de trabalho da equipe, sendo GSP e GOF locais físicos e o GEV locais virtuais. Esse último consiste nas redes de arquivos, canais de comunicação, banco de dados entre outros. Algumas equipes compartilham no mesmo espaço, o GSP e o GOF, nesse caso é importante uma separação bem definida e um gerenciamento independente.

Já no sistema GearPoli, as fases são as mais genéricas pois a entidade ainda está em processo de estruturação com um futuro incerto a depender do espaço compartilhado, da entrada de novas equipes e da permanência das atuais. Ele foi mapeado a fim de mostrar a importância da integração das equipes.

Sendo a fase GCM, o gerenciamento dos canais de comunicação digitais ou físicos (relatórios de desempenho para as comissões internas da escola). A fase GVE consiste na gestão de eventos como os de recrutamento, semanas de engenharia entre outros. A fase PGN consiste na gestão de novos projetos como o espaço colaborativo, interação com novos parceiros para as equipes, entre outros. E a fase GET assume as atividades

de gestão administrativa da entidade, como reuniões, tarefas, semelhante ao sistema Operações da cadeia principal.

Tabela 14 – Principais fases do sistema de suporte

Recrutamento - RT	
Codigo Fase	Fase
ATM	Atração de Membros
SID	Seleção interna e direcionamento
CMB	Consolidação dos membros
TPC	Transição para próximo ciclo
Gestão Ativos - GA	
GSP	Gerenciamento sala de projetos
GOF	Gerenciamento oficina e protótipos anteriores
GEV	Gerenciamento espaço virtual
GearPoli - GP	
GCM	Gerenciamento comunicação
GVE	Gerenciamento eventos
PGN	Prospecção e gerenciamento novos projetos
GET	Gerenciamento da entidade

#### 4.2.2.3 Definição das principais atividades

A definição das atividades por sistema seguirá a ordem das fases. Sendo assim, para o recrutamento as atividades seguindo o modelo atual e segundo o autor, mais saudável para as equipes. Nesse modelo ocorre uma seleção no início, a fim de mostrar o lado formal das equipes sem distanciar os novos membros das atividades de oficina e mão-na-massa, como pode ser visto na Tabela 15.

Ele se inicia com a definição de uma estratégia: número de membros, perfil dos membros, áreas com mais necessidade, tipo de eventos a serem feitos, conversão de interessados em membros, entre outros. Após definição individual, é interessante definir junto às outras equipes qual será a estratégia dos eventos em que a GearPoli organiza de recrutamento, as atividades EEAA e EEPP. Os eventos EEAP são os eventos individuais das equipes e ativação significa algum diferencial como oportunidade de interagir com alguma atividade real da equipes, como projeto ou teste no protótipo.

Após os interessados entrarem no processo específico da equipe em questão, as atividades seguintes têm o intuito de treinar os interessados e transformarem em novos membros. Após essa formação, ocorre um evento de integração e a elaboração do plano de carreira e consequente direcionamento para área de interesse.

Após esse evento e de acordo com o andamento do ciclo, as atividades das fases CMB e TPC devem se adequar ao ciclo. Como por exemplo, elaborando projetos com ênfase na execução do protótipo ou na produção de conteúdo para as provas estáticas e atribuindo responsabilidade de fabricação para os novos membros. Após o término do ciclo e o comparecimento nas competições, deve ser feita uma avaliação do desempenho dos membros de acordo com o plano de carreira (DNMA) e também a efetivação como membro oficial da equipe.

Tabela 15 – Principais atividades do sistema Recrutamento

Recrutamento - RT		
Código		
Atividade	Código Fase	Atividade
DEPI	ATM	Definir estratégia de processo individual
DEGP	ATM	Definir estratégia conjunta com equipes para processo seletivo
EEAA	ATM	Elaborar eventos para aumento de awareness
EEPP	ATM	Elaborar eventos pré-processo
EEAP	ATM	Elaborar eventos de ativação durante processo
AIPE	ATM	Atrair interessados para equipe
RAEP	SID	Realizar apresentações sobre equipe e processo
RAES	SID	Realizar apresentações específicas sobre sistemas
RTES	SID	Realizar treinamentos específicos de subsistemas
REIT	SID	Realizar evento de integração
DNMA	SID	Construir plano de carreira individual e direcionar novos membros para áreas específicas
EPAP	CMB	Elaborar projetos de aprofundamento
EPJM	CMB	Executar projetos junto dos membros
APAE	CMB	Apresentar projeto e/ou aplicar na equipe
INME	TPC	Integrar novo membro aos processos da equipe
ARCC	TPC	Atribuir responsabilidades do ciclo e para competição
ADNM	TPC	Avaliar desempenho do novo membro na equipe
FPCE	TPC	Fechar o plano de carreira e efetivar ou não para o cargo de membro

Em sequência, foi determinado as atividades referentes ao sistema Gestão de Ativos, como pode ser visto na Tabela 16. A primeira atividade, PRRM, consiste no planejamento de responsáveis e na definição no cronograma das rodadas de manutenção geral dos espaços. Mesmo que com a aplicação das atividades, o espaço esteja mantido, segundo atividade (MOSF) alguns marcos como entrega de projeto e competição acabam fugindo do padrão. A filosofia citada na atividade MOSF será detalhada na seção das ferramentas, assim como o sistema de codificação de consumíveis da atividade CCMN. A atividade GPCF consiste nos estudos das peças com falhas e como documentar os aprendizados referentes às melhorias.

A atividade DPAP assume um papel de padronizar a nomenclatura de arquivos, sistema de arquivos antigos, entre outros. As outras atividades possuem significado explicável pela própria definição.

Tabela 16 – Principais atividades do sistema Gestão de Ativos

Gestão Ativos - GA		
Código		
Atividade	Código Fase	Atividade
PRRM	GSP, GOF, GEV	Planejar rodadas e responsáveis por manutenção
MOSF	GSP, GOF, GEV	Manter organização segundo filosofia
MCAS	GSP	Manter computadores atualizados com softwares
PNPS	GSP	Prospectar novas parcerias para softwares
BAAM	GSP	Buscar ampliações e ambientes melhores junto com outras equipes
CCMN	GOF	Codificar consumíveis e manter níveis de uso
DPPM	GOF	Decidir quais protótipos e peças antigas serão mantidos
GPCF	GOF	Gerir peças com falhas
MPFM	GOF	Manter protótipos funcionais sob manutenção periódica
PRPD	GEV	Planejar regras e políticas de documentação com acessos, nomenclaturas
DPAP	GEV	Documentar processos e atividades principais do ciclo e fora dele
MEAO	GEV	Manter espaços de armazenamento organizados

Como explicado na seção das fases dessa cadeia, as atividades do sistema GP consistem em mapeamento de frentes de atividades e não necessariamente as atividades a serão rigidamente seguidas. Portanto consistem em atividades genéricas como a EXEV, PNDE e MBRS.

Vale ressaltar que a importância dada para cada atividade depende e muito da atividade PNEV, pois segundo ela os esforços da entidade serão direcionados para as fases, ou seja, para eventos, integração, treinamentos ou novos projetos.

Tabela 17 – Principais atividades do sistema GearPoli

GearPoli - GP		
Código		
Atividade	Código Fase	Atividade
MCCA	GCM	Mater canais de comunicação atualizados
PNEV	GVE	Planejar novos eventos, analisando awareness por esforço
EXEV	GVE	Executar eventos
GPAS	PGN	Gerenciar projetos em andamento junto com stakeholders
PNDE	PGN	Prospecar novas oportunidades segundo demanda das equipes
GRDT	GET	Gerenciar reuniões, documentação e tarefas da entidade periodicamente
MBRS	GET	Manter bom relacionamento com stakeholders
FIEE	GET	Fomentar integração e aprendizado entre equipes por meio de eventos, treinamentos e discussões

#### 4.2.2.4 Definição dos principais marcos

Os marcos seguem nomenclatura sequencial e com a identificação dos sistemas, já que são independentes. A Tabela 18 agrega os marcos da cadeia de suporte. Os marcos dos sistemas GA e GP são genéricos e podem ser ajustados quanto à sequência e momento de ocorrência.

Já os marcos do recrutamento são sequenciais e devem ser respeitados assim como as atividades em questão de sequência e escopo. Esses refletem as atividades e devem ser estruturados como fechamento de fases para o novo membro.

A grande diferença dos marcos da cadeia principal para os marcos da cadeia de suporte reside no foco. No caso do recrutamento, o foco está nas pessoas e em seu desenvolvimento pessoal. Já no caso do ciclo, a maioria dos marcos está focada na evolução do protótipo.

Tabela 18 - Principais marcos dos sistemas de suporte

Recrutamento - RT		
Código Marco	Código Atividade	Marco
1 RT	EEPP	1º Evento de recrutamento conjunto
2 RT	RAEP	1º Evento de recrutamento com interessados
3 RT	DNMA	Plano de carreira e direcionamento
4 RT	EPAP	Aprovação de projetos de novos membros
5 RT	APAE	Projetos aplicados e ou apresentados
6 RT	ARCC	Competição
7 RT	FPCE	Fechamento processo

Gestão Ativos - GA		
Código Marco	Código Atividade	Marco
1 GA	MOSF	Manutenção após competição de sala de projeto
2 GA	MOSF	Manutenção após competição de oficina
3 GA	MOSF	Manutenção após competição de espaços virtuais
4 GA	PRRM	Decisão de descartar/vender ativos antigos

GearPoli - GP		
Código Marco	Código Atividade	Marco
1 GP	EXEV	Evento para aumentar awareness
2 GP	PNDE	Lançamento de novos projetos
3 GP	FIEE	Eventos internos de treinamento
4 GP	FIEE	Eventos internos de integração

A Figura 44 ilustra os marcos atrelados às fases da cadeia principal.

## 5 ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO

Na definição das entradas e saídas de cada macrofase na etapa de ideação, atividades e ferramentas transformavam entradas em saídas. Com o mapeamento das principais atividades e suas interações entre si destacadas no modelo da Figura 43, é necessário a construção de ferramentas de gestão. Portanto, essa etapa consistirá na implementação dos conceitos e mapeamentos feitos até aqui, ou seja, colocar em prática para que as equipes atuem de maneira mais efetiva.

Tendo os marcos como direcionadores da execução do ciclo, as ferramentas serão agrupadas dentro de cada marco. Ora, cada marco terá o grupo de ferramentas suficientes para o seu alcance dentro do ciclo. Esse grupo é composto por uma ferramenta de gestão principal e ferramentas de suporte. Entende-se por ferramenta principal, aquela que está ligada diretamente ao marco e que servirá de diretriz ao longo das atividades relacionadas. Já por ferramentas de suporte, entende-se por ferramentas que compõem a principal ou prestam suporte direto a execução das atividades relacionadas ao marco.

A Tabela 19 ilustra os grupos de ferramentas para cada marco, com os marcos das cadeias principal e de suporte, os softwares relacionados aos marcos, as ferramentas principais e de suporte.

Na coluna dos softwares é possível verificar quatro tipos de softwares:

- a. Softwares de informática: representados pelo Pacote Office;
- b. Softwares de armazenamento na nuvem: representados pelo Google Drive;
- c. Softwares técnicos: representados pelos softwares CAD, CAE e CAM;
- d. Softwares de design gráfico: representados pelo Pacote Adobe;

A integração desses softwares permite a execução do ciclo, mas os com o maior uso para o alcance de tal marco estão destacados na Tabela 19.

As ferramentas de gestão possuem as seguintes frentes:

- a. Plano de Projeto: plano de planejamento que concentra as ferramentas de suporte descritas para os marcos do planejamento;
- b. Plano de manutenção de espaços: plano que direciona o alcance dos marcos do sistema GA;

A seguir, serão detalhadas cada uma das frentes em suas respectivas seções.

## 5.1 Plano de Projeto

O Plano de Projeto é o documento, uma apresentação por exemplo, que concentra todo o planejamento do ciclo e concentra os outros planos. Esse deve direcionar os esforços e servir de base para a avaliação de resultados ao final do ciclo. Durante a execução do planejamento, alguns marcos podem redirecionar o projeto, logo o plano deve ser atualizado após cada macrofase, ou a cada marco reorientado.

A Figura 46 relaciona as atividades da Tabela 8 em um fluxo lógico da macrofase de planejamento e principalmente, determina por meio do código de cores quais ferramentas devem ser sair estruturadas de cada grupo ou de cada atividade.

A nomenclatura de plano serve para caracterizar um documento que contém as diretrizes, políticas e resumo de cada frente do ciclo, incluindo os resultados preliminares e estrutura das ferramentas a serem utilizadas durante o ciclo. Ou seja, a definição de plano, utilizada nos diagramas de entrada e saída e principalmente na Tabela 19, engloba o manual, o como utilizar, de cada uma das ferramentas.

Tal nomenclatura foi utilizada para facilitar a modelagem do ciclo e da gestão das equipes, pois a ferramenta por si só (software, quadro, mural) não sustentam uma gestão, mas sim o modo e o fim de sua utilização. Assim sendo, os planos são caracterizados como:

- a. Plano de Projeto: documento que concentra os outros planos e deve ser aprovado pelo conselho da equipe, cuja composição será detalhada mais adiante;
- b. Plano de Ações e cronograma: documentos parte do Plano de Projeto e que são obtidos por meio de Relatórios A3, Relatórios *QuickKaizen*, Relatórios de Análise de Falha e Planilhas de Cronograma;
- c. Plano de Evolução do Protótipo: documento parte do Plano de Projeto e obtido por meio de Planilha de Evolução do Protótipo. Essa planilha consiste em um *dashboard* que monitora o andamento dos componentes e sistemas dentro do ciclo. Sua proposta de aplicação será detalhada mais adiante;
- d. Plano de Relacionamento com *stakeholders*: documento parte do Plano de Projeto e que concentra cartilhas e políticas para a organização entre as partes interessadas do projeto. Desde o organograma de cargos da equipe,

composição dos níveis de governança, canais e perfil de comunicação, relacionamento com parceiros e com entidades. Não possui uma ferramenta de gestão específica;

- e. Plano de Monitoramento e Controle: documento parte do Plano de Projeto e que deve direcionar a execução do ciclo com gerenciamento de tarefas, execução de reuniões, eventos e reforçando atualização dos planos ao longo do ciclo. A principal ferramenta é o software de gerenciamento de tarefas;
- f. Plano Financeiro: documento parte do Plano de Projeto e se sustenta em planilhas financeiras onde relaciona o orçamento com o fluxo de caixa;
- g. Plano de Validação: documento parte do Plano de Projeto e guia a validação do protótipo por meio de *checklists* de testes estáticos e dinâmicos.

As ferramentas de cada plano serão detalhadas nas seções seguintes. Vale ressaltar que uma ferramenta pode ser usada para diferentes aplicações. Como é o caso de cartilhas e políticas que podem ser aplicadas tanto para o plano com as partes interessadas e para o monitoramento do ciclo.

### 5.1.1 Relatórios A3

O Relatório A3 descrito na etapa de pesquisa será utilizado na execução das atividades AQRC, AMPO, ASQL, ADQN, ARDE, ASER, DSPL, DMGL, DMEP e EPAM. Essas atividades estão representadas de maneira gráfica na Figura 46 na cor verde.

O relatório A3 traduz, documenta e permite o acompanhamento de planos de ações. Ele segue uma estrutura de blocos ilustrada na Figura 26.



Figura 26 – Fluxograma de preenchimento de A3

Fonte: Autoria Própria

Entretanto, um único A3 não consegue concentrar todas as análises suficientes para o planejamento de todo o ciclo. Portanto, devem ser preenchidos diferentes A3, no

mínimo um para cada nível da equipe. A Figura 48 mostra a hierarquia de diferentes A3 dentro de um ciclo e sugere exemplos com descrição de diferentes A3's.

A sequência de preenchimento dos blocos segue a Figura 45. Com esses A3, é possível definir como será a atualização do status das ações, como frequência, responsável, entre outros. Os A3 devem integrar o Plano de Projeto.

Um dos pontos do relatório mais complexos consiste na exposição de causas raízes. Para tanto, é possível utilizar a ferramenta QuickKaizen, com estrutura exposta na Figura 11 e Análises de Falha, com funcionamento exposto na etapa de pesquisa.

### 5.1.2 Planilha de Evolução do Protótipo

Essa planilha consiste em uma ferramenta utilizada durante todo o ciclo. Assim como todo o ciclo, sua estruturação ocorre na macrofase do planejamento. Durante esse período, os componentes devem ter suas evoluções, parceiros responsáveis, projeto e materiais atualizados. Novos componentes que devem surgir e esses acrescentados na planilha.

Ela funciona como uma *Bill of Materials* (BOM), possui os componentes de cada subsistema, os subsistemas e os sistemas acompanhados de seus *part numbers* atualizados de acordo com sua evolução no ciclo.

Dado que as equipes não possuem esses conceitos aplicados na gestão do protótipo, foi elaborado a sequência lógica de estruturação dessa ferramenta. A Figura 27 ilustra esse fluxograma.

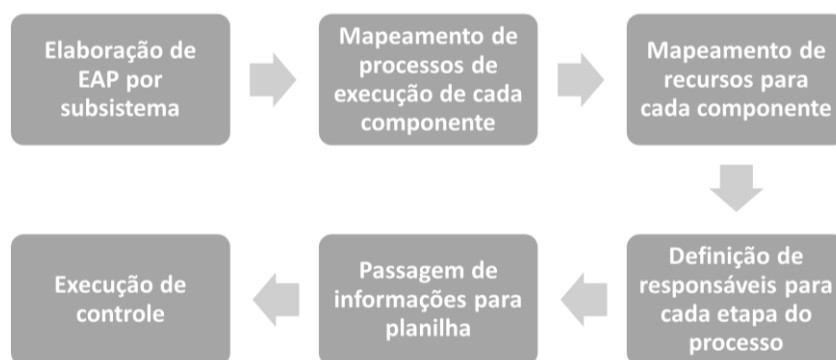


Figura 27 – Fluxograma de construção de planilha de evolução de protótipo

A ferramenta EAP foi descrita na etapa de pesquisa e consiste em uma disposição gráfica da estrutura de componentes de cada subsistema. Para cada componente, deve-se estruturar seu processo de projeto, fabricação e validação. Após esse mapeamento, é necessário definir quais recursos serão necessários e quem serão os responsáveis por cada etapa do processo.

Depois de estruturar o miniciclo de cada componente, é necessário passar os dados para a planilha e ajustar os *part numbers*. Após essa etapa, a planilha deve ser utilizada como controle da evolução do protótipo. As atividades de fabricação antecipadas podem ser executadas desde que não haja alterações nos processos do componente em questão.

Componentes que ainda estiverem com o processo em definição, principalmente os que apresentaram falhas no último ciclo, podem ter seus processos atualizados com o ciclo em andamento.

### 5.1.3 *Checklists de Validação*

Durante a macrofase de Validação, várias atividades englobam verificações do protótipo construído com o projeto. Logo, listas de verificação ou *checklists* devem ser elaborados a fim de permitir tal controle, segue uma sugestão de listas a serem elaboradas:

- a. Verificação de atendimento à regra: lista normalmente emitida pelas entidades organizadoras;
- b. Verificação de atendimento às medidas de projeto: elaboração de lista semelhante à encontrada na Figura 49 com as principais medições do protótipo;
- c. Verificação cinemática: elaboração de lista para utilização em testes cinemáticos;
- d. Verificação dinâmica: elaboração de lista para utilização em testes dinâmicos. É necessária uma lista por tipo de teste;
- e. Verificação pré-provas específicas de competição: elaboração de lista para verificação de configurações antes de entrada em provas de competição, como pode ser visto na Figura 50;

## 5.2 Plano de Manutenção de espaços

Na seção de pesquisa, uma filosofia chamada 5S foi detalhada e será aplicada para a manutenção do espaço das equipes. A partir dos 5S (*Seiri, Seiton, Sieso, Seiketsu, Shitsuke*) foi elaborada uma cartilha ou um manual a ser afixado nos murais desses espaços.

A Figura 45 ilustra tal cartilha para o espaço de fabricação, a ser utilizado na fase GOF. Nessa cartilha, possui perguntas que devem motivar os membros a completarem e indicarem quais ações devem ser tomadas. A frequência de utilização de tal planilha deve ser definida entre todos os membros durante as reuniões de ciclo.

## 6 CONCLUSÃO

Após a etapa de implementação, está dado um passo importante para a gestão das equipes. Um modelo de referência e algumas ferramentas foram desenvolvidas e agora podem ser aplicadas de forma consistente ao longo de todo o ciclo nas equipes. Mesmo que feita algumas rodadas de aplicação nas equipes, não foi possível um acompanhamento completo durante o ciclo.

A linguagem e a estrutura utilizada foram as do meio acadêmico e necessitam de uma leitura atenta por parte dos membros das equipes. Entretanto o autor se faz a disposição para auxiliá-las durante tal desafio.

Algumas perguntas foram feitas na seção inicial do trabalho e direcionaram a execução desse presente trabalho. As questões e as respostas, elaboradas ao longo do trabalho, são as seguintes:

Questão 1: por que se faz necessário desenvolver um modelo de referência específico para as equipes de competição da Poli?

As fichas técnicas e de gestão ilustram bem a situação das equipes. Essas possuem esforços concentrados no desenvolvimento específico do protótipo, no uso de softwares técnicos e voltados para o sistema, denominado nesse trabalho, de evolução do protótipo. A aplicação de métodos engessados e de difícil entendimento acarretam em falsas gestões e não causam o efeito de controle do ciclo desejado.

Logo, é necessário o desenvolvimento de um modelo de referência.

Questão 2: como serão as interações entre as equipes e entre os ciclos de vida de seus protótipos, dado o contexto de um espaço colaborativo?

Em um espaço colaborativo, as equipes devem possuir as atividades e marcos mapeados suficientemente bem para que o espaço exerça seu papel de integrador. As interações nesse ambiente devem proporcionar a integração de algumas atividades do sistema operações, assim como os sistemas de suporte. Essa integração deve ser feita de modo que todo o modelo e as ferramentas sejam compartilhadas.

Questão 3: a partir de um modelo de referência, como determinar quais métodos e ferramentas a serem aplicados em cada equipe?

O modelo de referência foi desenhado para que certas ferramentas fossem aplicáveis, no caso os planos que concentram tais ferramentas. Essas que estão detalhadas no presente trabalho são essenciais para a execução do ciclo.

Questão 4: como recolher e aplicar de forma consistente os dados gerenciais e históricos das equipes e entre elas?

Os dados gerenciais e históricos foram recolhidos a partir das fichas técnicas e de gestão. Essas foram preenchidas por meio de entrevistas com diferentes membros das equipes, atuais e anteriores. Esses dados foram essenciais na construção do modelo e na elaboração das ferramentas.

Questão 5: como elaborar um modelo prático para aplicação a curto prazo e flexível e de fácil acesso para modificações a longo prazo?

O modelo e as ferramentas são adaptáveis para todas as equipes, não só para as automotivas, mas também para as outras participantes do GearPoli. O modelo possui sistemas, fases e atividades flexíveis para que as equipes apliquem o modelo aos poucos. As ferramentas também são flexíveis e adaptáveis para as equipes ao longo de ciclos.

Ao final desse trabalho, algumas metodologias e ferramentas mapeadas na etapa de pesquisa não puderam ser aplicadas. Isso se deve às restrições de tempo das equipes de aplicar iterativamente o modelo e as ferramentas e à restrição de tempo do trabalho. Os próximos passos consistem, portanto, na aplicação dessas metodologias e ferramentas, como por exemplo a ferramenta de *FMEA* e a metodologia *PLM*. Essas aplicações não implicam em abandonos do modelo e das ferramentas propostas aqui, pois podem ser desenvolvidas de maneira complementar.

O final de ano coincide com marcos importantes das equipes automotivas, competições ou entrega de documentos técnicos, e dificulta um acompanhamento da aplicação dessas ferramentas. Nas próximas transições de ciclo, o trabalho e o autor estarão à disposição para auxiliar os membros a identificarem os espaços e as necessidades pontuais e aplicar os estudos de forma adaptada.

## 7 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

AVILA, A.V.; JUNGLES, A.E. **Planejamento e Controle da Construção** Florianópolis, Janeiro 2002, v. 1.0.

BARBOSA, G.F. (2007). **Aplicação da metodologia DfMA – Design for Manufacturing and Assembly no projeto e fabricação de aeronaves**. Dissertação apresentada para Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BASTOS, C. B. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. Dissertação apresentada para Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté. Taubaté, 2012.

BONINI, L. A.; SBRAGIA, R. **O modelo de design thinking como indutor da inovação nas empresas: um estudo empírico**. Revista de Gestão e Projetos, 2011.

BOWLES, J. B.; BECKER, W. T; SHIPLEY, R. J. (Eds.). **Failure Analysis and Prevention**. ASM Handbook. Ohio: [s.n.]. v. 11.

BRANCHING FOR SCRUM. United States: 2016. Disponível em: <<https://blogs.msdn.microsoft.com/billheys/2011/01/18/branching-for-scrum/>>. Acesso em: 11/05/2017

BROWN, T; **Design thinking**. *Harvard business review*, 2008. v. 86.

CAFFYN, S.; BESSANT, J. A. **Capability-based model for continuous improvement**. Proceedings of 3th International Conference of the EUROMA, 1996.

CARLI, P. C.; DELAMARO, M. C. **Implantação da manufatura digital numa empresa identificando os fatores críticos de sucesso**. Artigo publicado no XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

CRUZ, Marcelo Filgueiras. **Ferramenta para diagnose de falha em sistema de freios de um veículo Baja SAE**. Trabalho de formatura , Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S.A, 5ª ed, 2010.

HERPICH, C; FOGLIATTO, F.S. **Aplicação de FMECA para definição de estratégias de manutenção em um sistema de controle e instrumentação de turbogeradores**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brasil, 2013. v. 5, n. 9, p. 70-88.

HOW TO APPLY A DESIGN THINKING. United States: 2016. Disponível em: <<https://medium.com/digital-experience-design/how-to-apply-a-design-thinking-hcd-ux-or-any-creative-process-from-scratch-b8786efbf812>>. Acesso em: 08/05/2017.

KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo produtos em planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000. 132p.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. **Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. Gestão & Produção, abr. 2003. v. 10, n. 1, p. 17–33.

MANAGEMENT PLAZA. United States: 2017. Disponível em: <<https://mplaza.pm/prince2-diagrams/>>. Acesso em 15/10/2017.

ORACLE. **Oracle Enterprise Product Lifecycle Management**. Redwood Shores, 2012.

PHAAL, R.; **Roadmapping for strategy an innovation**. Centre for Technology Management, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, mar. 2015.

PRICKILADNICKI, R; LIDDY, A.; MAGALHÃES, C. C.. **Implantação de Modelos de Maturidade com Metodologias Ágeis: Um Relato de Experiências**. Faculdade de Informática (FACIN), PUCRS. 2010.

PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT, United States, 2016. Disponível em: < <http://www.product-lifecycle-management.info/plm-elements/plm-models.html>>. Acesso em: 17/05/2017

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos** (Guia PMBOK). Newtown Square: 2004.

PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGIES MADE SIMPLE. United States: 2011. Disponível em: < <http://www.thedigitalprojectmanager.com/project-management-methodologies-made-simple/>>. Acesso em: 10/05/2017

RIBEIRO, P. M. F. **Aplicação da Metodologia A3 como instrumento de melhoria contínua em uma empresa da indústria de linha branca**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2012.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K.; **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para melhoria do processo**. Saraiva, São Paulo, 2006.

SILVA, G. C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento do produto automotivo e diretrizes para seleção de protótipos virtuais e físicos**. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2013.

SIMONETTI, M. L.; TRABASSO, L. G. **Proposta de integração entre sistemas CAD/PDM e ERP.** II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, João Pessoa, 2002.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado:** usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SCRUMBAN LIGHTING TALK. India, 2013. Disponível em: <[https://www.slideshare.net/Lalita\\_Chandel/scrumban-lighting-talk](https://www.slideshare.net/Lalita_Chandel/scrumban-lighting-talk)>. Acesso em: 18/05/2017

SUTHERLAND, J.; SCHWABER, K. **Guia do Scrum:** Um guia para o Scrum com as regras do jogo. Julho, 2016.

WEBER, J. **Automotive development processes: processes for successful customer oriented vehicle development.** Springer-Verlag, Berlin 2009.

WHATS IS KANBAN. United States: 2015. Disponível em: <<https://www.versionone.com/what-is-kanban>>. Acesso em 13/05/2017.

## APÊNDICE A - FICHAS TÉCNICAS


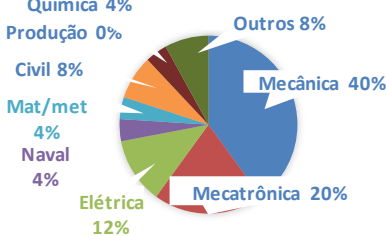
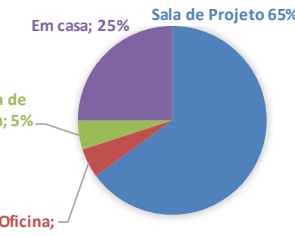
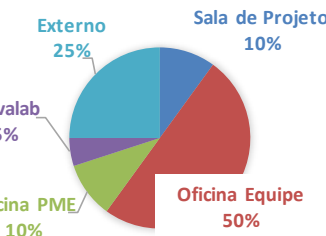
Equipe:	Equipe Poli de Baja		Logo:				
Breve descrição do projeto:	A equipe desenvolve protótipos monopostos off-road para competições oficiais da SAE.						
Histórico							
		Resultados					
Ano Fundação:	2001	Nº de membros	Amistoso	Regional	Nacional	Internacional	
		2016	20	2º	3º	4º	-
		2015	6	2º	8º	14º	-
Principal resultado:	7º Lugar Mundial	2014	12	1º	10º	3º	7º
		2013	10	1º	4º	7º	-
		2012	16	-	7º	1º	12º
Competição							
Tipo	Provas	Part. Pont.	Último Result.	Melhor Result.	Observações	Concorentes	
Oficial SAE Brasil	Segurança	-	1-3	1-3	Prova somente dedutiva	FEI/UFMG/UFPE/UFRN	
	Conforto	2%	11-25	1-3	Veículo com interior enxuto		
	Relatório Proj.	15%	1-3	1-3	Equipe mantém qualidade		
	Apresentação Proj.	18%	6-10	1-3	Estratégia de competição prejudicou dobro de apresentações		
	Acel. Vel.	12%	1-5	1-3	Veículo projetado para AV		
	Tração	6%	6-10	1-3	Contrapartida da premissa acima		
	S&T	7%	6-10	1-3	Piloto não treinado		
	Enduro	40%	26-50	1-3	Quebra de componentes iguais em dois carros simultaneamente		
Oficla SAE Int.	Marketing	6%	1-3	1-3	Plano de negócios diferenciado	Michigan/Cornell/Cal Poly/ Rochester	
	Manobrabilidade	6%	11-25	1-3	Veículo mau setado		
Contexto Atual							
Número de membros	25		Protótipos ativos	2			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p><b>DIVISÃO DE ALUNOS POR ENGENHARIA</b></p>  </div> <div> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS PARA PROJETO</b></p>  </div> <div> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO</b></p>  </div> </div>							
Expectativas Futuras							
Tipo	Projeto	Meta Futura	Diretrizes para atingir meta				
Resultado competição nacional	Fórmula Combustão	Vaga para competição mundial	Consolidar projeto de veículo completo junto às necessidades financeiras da equipe				
Desenvolvimento de novo protótipo	Formula Elétrico	Protótipo competitivo	Consolidar equipe à combustão atual em termos de resultado, para então constituir uma equipe para formula elétrico				

Figura 28 – Ficha técnica da Equipe Poli de Baja


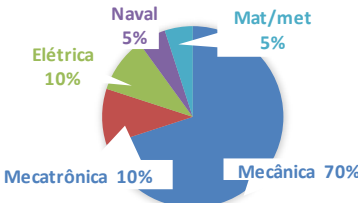

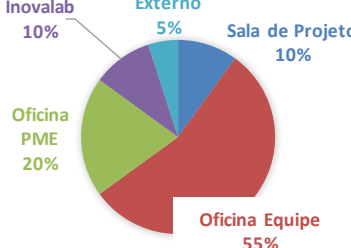
Equipe:		Equipe Poli Racing		Logo:			
Breve descrição do projeto:		A equipe desenvolve protótipos monopostos para desempenho em pistas na categoria Formula-SAE.					
Histórico							
		Resultados					
Ano Fundação:		2008	Nº de membros	Amistoso	Regional	Nacional	Internacional
		2016	40	-	-	24º	-
		2015	20	-	-	11º	-
Principal resultado:		5º Lugar Geral	2014	15	-	11º	-
			2013	10	-	5º	-
			2012	15	-	8º	-
Competição							
Tipo	Provas	Part. Pont.	Último Result.	Melhor Result.	Observações	Concorrentes	
Oficial SAE Brasil	Segurança	-	-	-	Prova somente eliminatória	Unicamp EESC FEI UFSM FACENS	
	Apres. Mkt	8%	1-3	1-3	Equipe separada só pra essa prova		
	Relatório Custos	8%	11-25	1-3	Último resultado não teve planejamento semelhante aos anteriores		
	Apresentação Proj.	15%	4-10	4-10	Novo conceito e apresentação na média,, Melhor é o PWT e pior é chassis		
	Acel	8%	11-25	4-10	Não entra no conceito de carro		
	Skid pad	5%	11-25	4-10	Falta de tempo para prova		
	Autocross	15%	4-10	4-10	Piloto bom		
	Fuel economy	10%	26-50	1-3	Só é medido se completa o enduro. Calibração em um ano foi bem feita		
Enduro	30%	26-50	4-10	Quebras nos ultimos anos			
Contexto Atual							
Número de membros		40	Protótipos ativos		1		
<div><div><p>DIVISÃO DE ALUNOS POR ENGENHARIA</p></div><div><p>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS P/ PROJETO</p></div><div><p>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO</p></div></div>							
Expectativas Futuras							
Tipo	Projeto	Meta Futura	Diretrizes para atingir meta				
Resultado competição nacional	Fórmula Combustão	Vaga para competição mundial	Consolidar projeto de veículo completo junto às necessidades financeiras da equipe. Kit aerodinamico funcional,melhorias na calibração do motor com dinamometro de bancada e vela instrumentada				
Desenvlvimento de novo protótipo	Formula Elétrico	Protótipo competitivo	Consolidar equipe à combustão atual em termos de resultado, para então constituir uma equipe para formula elétrico				

Figura 29 – Ficha Técnica da Equipe Poli Racing


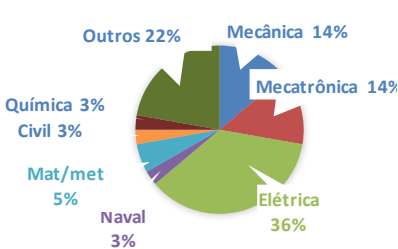
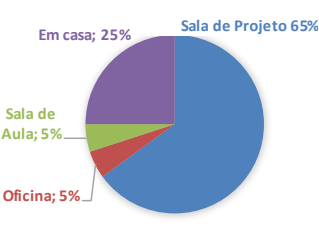
Equipe:	Equipe Poli Milhagem		Logo:				
Breve descrição do projeto:	A equipe desenvolve protótipos para competições de eficiência energética, onde o principal objetivo é o alcance da melhor eficiência de combustível						
<b>Histórico</b>							
Ano Fundação:		2010	Resultados				
			Nº de membros	Amistoso	Regional	Nacional	Internacional
		2016	26	-	-	4º	-
		2015	20	-	-		-
Principal resultado:		4ºLugar	2014	6	-	-	4º
			2013	10	-	-	11º
			2012	8	-	-	8º
<b>Competição</b>							
Tipo	Provas	Part. Pont.	Último Result.	Melhor Result.	Observações	Concorrentes	
Maratona de Eficiência Energética	Segurança geral	-	-	-	Prova somente eliminatória	UFTPR/Mauá/ UNIFEI	
	Eficiência	100%	-	4º - 389 Km/L	Competição sofreu problemas financeiros e não ocorre desde 2015		
Shell Eco-Marathon BR - Combustão	Segurança geral	-	ok	-	Prova somente eliminatória		
	Eficiência	100%	4º	121 Km/L	Primeira competição da Shell no Brasil		
Shell Eco-Marathon BR - Elétrico	Segurança geral	-	Ñ aprovado		Prova somente eliminatória		
	Eficiência	100%	-	-	Protótipo competiu pela 1ª vez e não passou na segurança		
<b>Contexto Atual</b>							
Número de membros		35	Protótipos ativos		2		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>DIVISÃO DE ALUNOS POR ENGENHARIA</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS PARA PROJETO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO</b></p>  </div> </div>							
<b>Expectativas Futuras</b>							
Tipo	Projeto	Meta Futura	Diretrizes para atingir meta				
Desenvolvimento do novo protótipo combustão	PoliPosition V	Competir na Shell Eco Marathon Americas	Consolidar projeto na competição atual e arrecadar fundos para financiar ida para competição mundial				
Protótipo elétrico	Validação de projeto	Pódio da competição nacional	Consolidar projeto do protótipo elétrico executando mais testes a fim de ser aprovado na segurança. Novo projeto estrutural, novo projeto de freios.				

Figura 30 – Ficha Técnica da Equipe Poli Milhagem


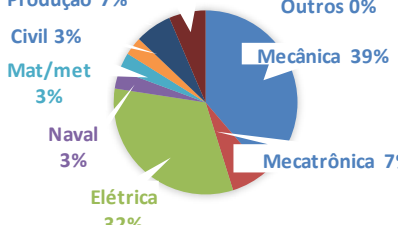
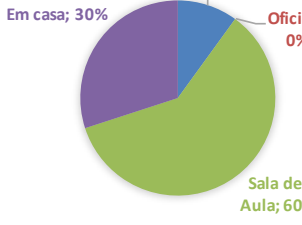
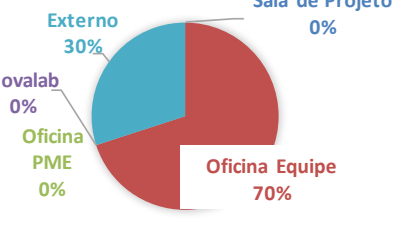
Equipe:	Equipe PACE		Logo: 				
Breve descrição do projeto:	O PACE é uma iniciativa que visa desenvolver projetos na área automotiva com times multidisciplinares com universidades do mundo todo						
<b>Histórico</b>							
Ano Fundação:		2005	<b>Resultados</b>				
			Nº de membros	Amistoso	Regional	Nacional	Internacional
		2016	23	-	-	-	1 - EC
		2015	22	-	-	-	2 - EC e 3 - E
Principal resultado:	1º em	2014	22	-	-	-	3 - M
	duas	2013	25	-	-	-	1- EC, 1- D, 2-M e 2 - E
	áreas	2012	22	-	-	-	-
<b>Competição</b>							
Tipo	Provas/critérios	Part. Pont.	Último Result.	Melhor Result.	Observações	Concorrentes	
Oficial PACE	E - Engenharia	-	4-8	2º	Times muito fortes em engenharia	Fac. EUA/ALE/ITA	
	D - Design	-	4-8	1º	Foi premiado no ano com time de fac. de design	Fac. Korea/China	
	M - Manufatura	-	4-8	2º	Pouca aplicação desse critério	Fac. EUA/ITA/FEI	
	EC - Entendimento do consumidor	-	1	1º	Equipe destaque nesse critério	Fac. Mex	
<b>Contexto Atual</b>							
Número de membros		31	Protótipos ativos		1		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>DIVISÃO DE ALUNOS POR ENGENHARIA</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADO PARA PROJETO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>ABERTURA DE ESPAÇOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO</b></p>  </div> </div>							
<b>Expectativas Futuras</b>							
Tipo	Projeto	Meta Futura	Diretrizes para atingir meta				
Projeto	Manufatura	Vencer na competição	Bechmarking com outras equipes, capacitação dos membros em prototipagem, captação de patrocinadores de impressão 3D				
Divulgação	Marketing	Aumentar awareness da equipe	Participação mais ativa na Gear, divulgação mais intensa de resultados				

Figura 31 – Ficha Técnica da Equipe PACE

## APÊNDICE B – ESPAÇO COMPARTILHADO

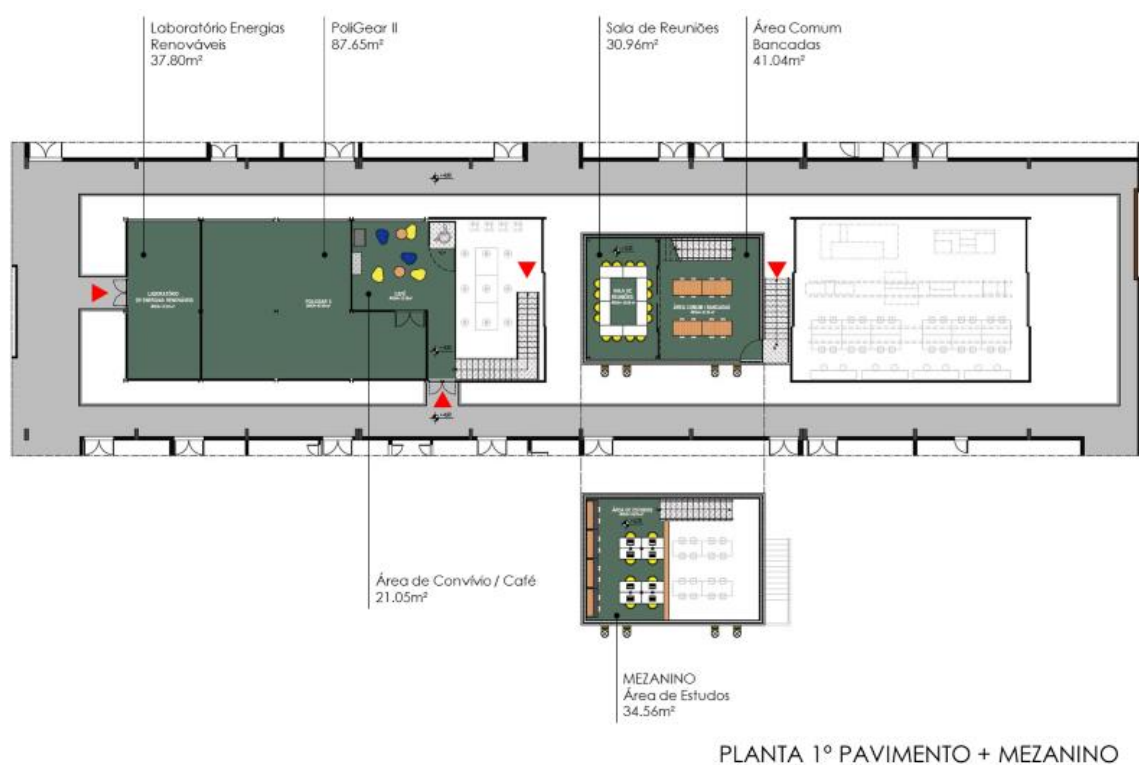
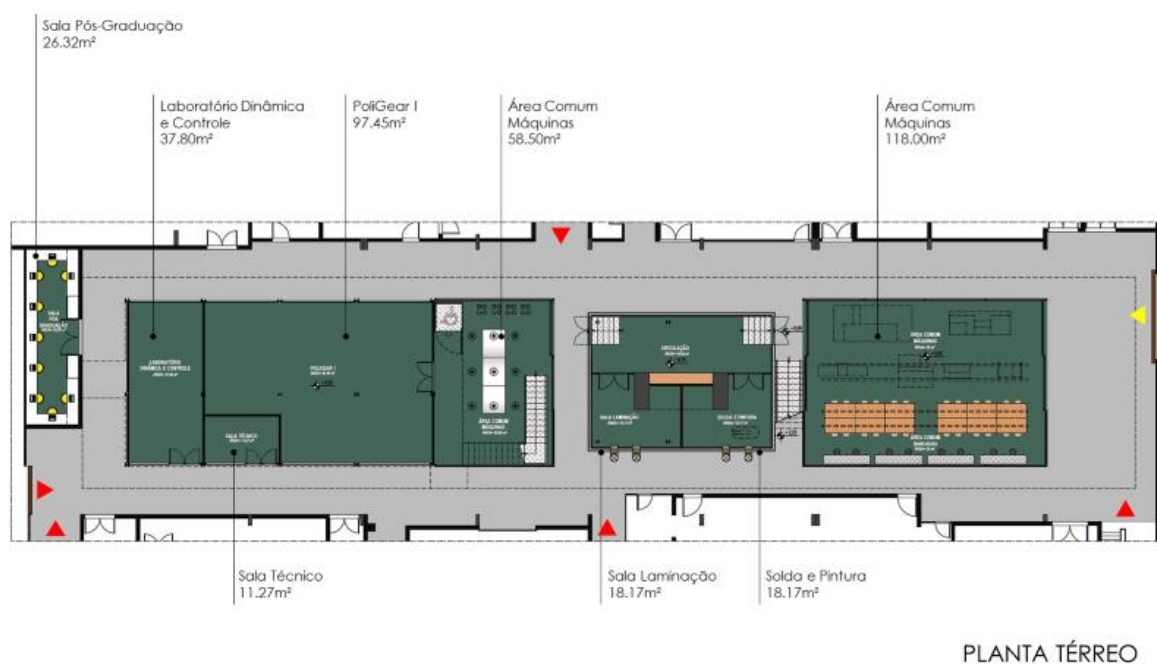


Figura 32 – Plantas térreo e de 1º Pavimento e Mezanino do projeto do espaços das equipes de competição

Fonte: AR Arquitetura



LATERAL DIREITA



LATERAL ESQUERDA

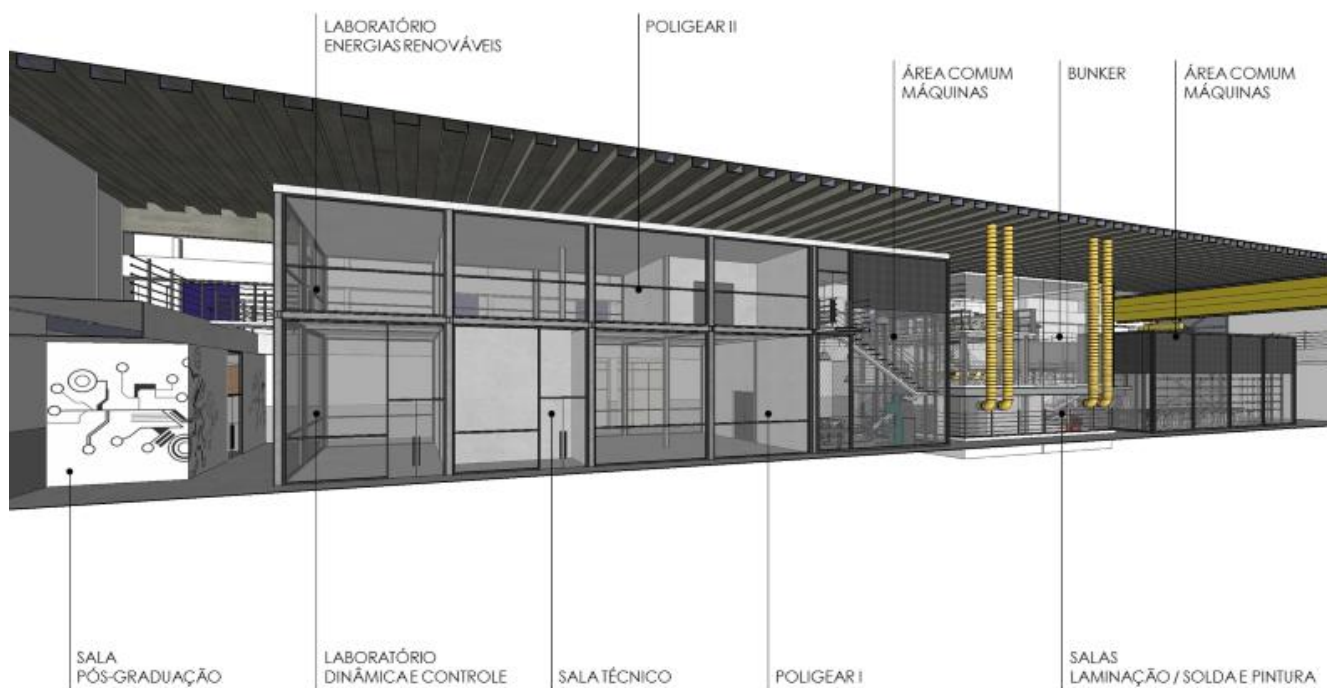


Figura 33 – Vistas laterais com indicação dos ambientes

Fonte: AR Arquitetura

## APÊNDICE C – FICHAS DE GESTÃO

### Ficha Gestão

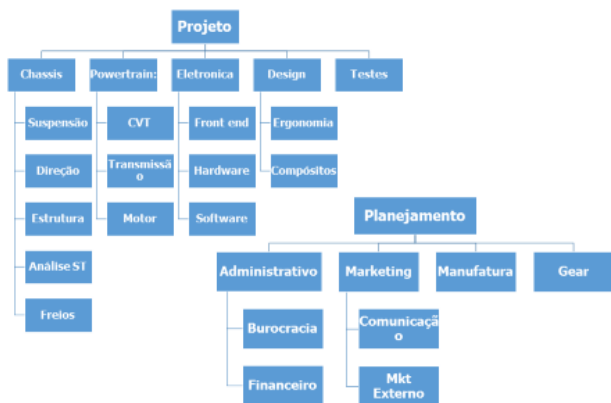
Equipe: Equipe Poli de Baja



#### A – Ciclo de engenharia do protótipo

	Planejamento	Projeto	Fabricação	Validação	Competição
<b>Atividades</b>	Transição do ciclo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reunião de Erros e Acertos;</li> <li>Reunião de metas macros;</li> <li>Reuniões individuais com novos chefes – passagem de bastão;</li> <li>Tempo para EAP, cronogramas, lista de peças e metas/projetos específico;</li> <li>Reunião de apresentação do planej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudos;</li> <li>Testes pré-projeto;</li> <li>Softwares de projeto: MATLAB, ANSYS, Adams;</li> <li>CAD e desenhos de fabric.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de materiais;</li> <li>Separação entre locais/fornecedores;</li> <li>Usinagem, fabricação de estrutura;</li> <li>Montagem subsistemas;</li> <li>Montagem sistemas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste funcional;</li> <li>Simulação de enduro;</li> <li>Testes de AV;</li> <li>Treinamento de pilotos;</li> <li>Simulação de enduro II;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planej. Relatório técnico;</li> <li>Elaboração do relatório – toda a equipe de projeto;</li> <li>Prep. conteúdos apresentação;</li> <li>Montagem e treinamento da apresentação;</li> <li>Acabamento do veículo;</li> <li>Viagem e prep. Competição;</li> </ul>
<b>Ferramentas e Softwares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A3, QK, EAP;</li> <li>Pacote Office e Drive;</li> <li>Documentos não conectados (Lista de peças/cronograma/EAP);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office, Solid Works, MATLAB, Ansys, Atmel;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serviço de CAM é terceirizado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor próprio;</li> <li>Data Logger;</li> <li>Software de medição Vtech;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office;</li> <li>Adobe;</li> </ul>
<b>Melhorias apontadas no último ano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de relatório A3, QK e análise de falhas.</li> <li>Imersão do grupo no planej. da equipe;</li> <li>Redistribuição de cargos e revisão de estratégia de ciclo;</li> <li>Estruturação de novo RH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introdução de metas cumpríveis;</li> <li>Uso de novos softwares;</li> <li>Etapas sofreu declínio nos últimos anos, mas com consolidação da gestão vem apresentando evolução;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisão dos parceiros de fabricação devido à crise;</li> <li>Distribuição da fabricação ao longo de todo o ciclo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realização de simulação de enduro em pista próxima a de competição;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção de rotina de competição ao longo dos anos;</li> </ul>
<b>Dores Atuais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não cumprimento de metas estabelecidas no último planej.;</li> <li>Falta de documentação;</li> <li>Metas técnicas distantes (Peso do carro, raio de curva,...);</li> <li>Estratégia de 2 carros mau adotada no ciclo 16-17;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto de CAD incompleto;</li> <li>Conhecimento técnico abaixo do esperado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peças fora de tolerância;</li> <li>Insuficiência de parceiros e verbas para fabricação total;</li> <li>Atraso nas entregas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste com veículo completo não foi feito;</li> <li>Checkagem de parâmetros estáticos e dinâmicos projeto insuficiente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratégia de competição desalinhada;</li> <li>Carro mal acabado;</li> <li>Falta de membros para apresentação</li> </ul>

#### B – Gestão de pessoas



#### Tabela Hierarquia

Nível	Cargos	Nome	Ano de equipe
Estratégico	Capitão 3º ano	Dir. Planej.	2º ano
Tático	Chefe Núcleo Projeto 1º, 2º e 3º anos	Chefe Núcleo Projeto	1º, 2º e 3º anos
Operacional	Chefes de subsist. Projeto 2º e 3º ano	Chefes de subsist. Planej.	1º e 2º ano

#### C – Monitoramento e Controle

Reuniões	Reunião Geral	Reunião Projeto	Reunião Adm.	Reunião Espec.
Frequência	Semanal	Junto com a geral	Junto com a geral	-
Documentação	Ata e pauta	Ata e pauta específica	Ata e pauta específica	-
Participantes	Todos	Junto com a geral	Junto com a geral	-
<b>Finanças</b>				
Responsab.	Chefe concentra o financeiro. Executa atividades de caixa, pgto de reembolsos e adm de doações, inclusive do AdP			
Importância	É possível construir um baja competitivo com orçamento reduzido, entretanto com riscos de uso de peças importadas antigas;			
Origem	Pontos de atenção			
Amigos da Poli	Alta concorrência de projetos no AdP e diminuição do valor concedido			
Fundações	Mudança de política de doação, com diminuição e até corte de apoio			
Empresas	Crise nos setores automotivo e diminuição de demanda por serviços de suporte			
<b>Pessoas</b>				
Feedback	Formal na transição do ciclo e informal durante o ciclo			
Rotatividade de membros	<b>Transição de ciclo:</b> Média no último ciclo – 5 a 10 pessoas; <b>Ao longo do ciclo:</b> Baixa no último ciclo – 1 a 5 pessoas;			

Figura 34 – Ficha de Gestão da Equipe Poli de Baja

## Ficha Gestão

Equipe: Equipe Poli Racing



### A – Ciclo de engenharia do protótipo

	Planejamento	Projeto	Fabricação	Validação	Competição
<b>Atividades</b>	Transição do ciclo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Capitão e chefes pré-definidos;</li> <li>Encontros para organização de oficina;</li> <li>Reunião de Erros e Acertos;</li> <li>Reunião de equipe e metas;</li> <li>Reuniões individuais para subsistemas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudos e aprendizado softwares;</li> <li>Testes pré-projeto;</li> <li>Softwares de projeto: NX, MATLAB, ANSYS, Adams, ...;</li> <li>CAD e desenhos de fabric.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de materiais;</li> <li>Separação entre locais/fornecedores;</li> <li>Usinagem, fabricação de estrutura;</li> <li>Montagem subsistemas;</li> <li>Montagem sistemas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste funcional;</li> <li>Aceleração;</li> <li>Skid Pad;</li> <li>Calibração motor;</li> <li>Treinamento de pilotos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planej. Relatório custos e execução concentrada em pcos membros;</li> <li>Prep. conteúdos apresentação;</li> <li>Montagem e treinamento da apresentação;</li> <li>Acabamento do veículo;</li> <li>Viagem e prep. Competição;</li> </ul>
<b>Ferramentas e Softwares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pacote Office e Drive;</li> <li>Documentos não conectados;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office, NX, MATLAB, ANSYS, Adams HyperMesh, GTPower, INCA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipe iniciou processo de aprendizado em CAM;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calibração concentra a instrumentação dessa etapa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office;</li> <li>Adobe;</li> </ul>
<b>Melhorias apontadas no último ano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estruturação do RH nos últimos anos;</li> <li>Redistribuição de cargos e revisão de estratégia de ciclo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto do powertrain com peças inovadoras;</li> <li>Projeto aero;</li> <li>Equipe apresentou melhoria no powertrain, mas declínio no chassis;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de fabricação na Poli e conhecimento do grupo no assunto; (trouxe par dentro de casa);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calibração durante o ano todo</li> <li>Etapas vem sendo espremidas nos últimos anos, não permitindo validação completa do carro;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espírito de competição;</li> <li>Aumento de número de membros que vão às competições;</li> </ul>
<b>Dores Atuais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento e metodologia de gestão;</li> <li>Ex-membros não apoiam decisões estratégicas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pessoas sem competências suficientes para projetos mais complexos;</li> <li>Projetos pouco desenvolvidos (chassis);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peças importadas;</li> <li>Parceiros não confiáveis;</li> <li>Gargalo do ciclo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapas espremidas e com escopo reduzido nos últimos anos;</li> <li>Peças não validadas, ex. transmissão;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cultura de competição recém instaurada na equipe;</li> <li>Apresentações pouco revisadas;</li> </ul>

### B – Gestão de pessoas



### Tabela Hierarquia

Nível	Cargos	Nome	Ano de equipe
Estratégico	Capitão	2º ano	Próx. Capitão
Tático	Chefe Núcleo Projeto	2º e 3º anos	Chefe Núcleo Projeto
Operacional	Projetistas	1º, 2º e 3º ano	

### C – Monitoramento e Controle

Reuniões	Reunião Geral	Reunião Projeto	Reunião Adm.	Reunião Espec.
Frequência	Quinzenal	Semanais	Semanais;	-
Documentação	Ata e pauta	Ata e pauta específica	Ata e pauta específica	-
Participantes	Todos	Chefe e projetistas	Responsáveis	-
<b>Finanças</b>				
Responsab.	Chefe concentra o financeiro. Executa atividades de caixa e pgto de reembolsos. AdP se concentra no capitão;			
Importância	Essencial para desenvolvimento do projeto competitivo. Considerando pneus, motor, diferencial comerciais bem evoluídos;			
Origem	Pontos de atenção			
Amigos da Poli	Alta concorrência de projetos no AdP e diminuição do valor concedido			
Fundações	Mudança de política de doação, com diminuição e até corte de apoio			
Empresas	Crise nos setores automotivo e diminuição de demanda por serviços de suporte			
<b>Pessoas</b>				
Feedback	Formal na transição – reunião de erros e acertos;			
Rotatividade de membros	<b>Transição de ciclo:</b> Alta no último ciclo – 5 a 10 pessoas; <b>Ao longo do ciclo:</b> Baixa no último ciclo – 1 a 5 pessoas;			

Figura 35 – Ficha de Gestão da Equipe Poli Racing

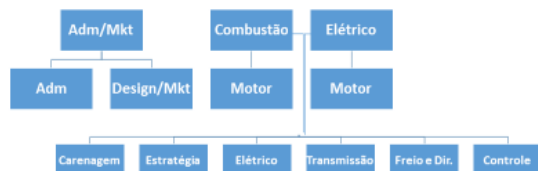
## Ficha Gestão

Equipe: Equipe Poli Milhagem

### A – Ciclo de engenharia do protótipo

	Planejamento	Projeto	Fabricação	Validação	Competição
<b>Atividades</b>	Transição do ciclo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reunião de Erros e Acertos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Subsistema e pessoal;</li> </ul> </li> <li>Reunião de estrutura, escolha capitães, metas macros;</li> <li>Reuniões atividades para ano;</li> <li>Elaboração cronogramas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto específicos no veículo;</li> <li>Coast down;</li> <li>Cooperação não exige projeto novo a todo ano;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de materiais;</li> <li>Separação entre locais/fornecedores;</li> <li>Fabricação e montagem de componentes específicos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste funcional;</li> <li>Simulação de eficiência com várias estratégias;</li> <li>Calibração do motor;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simulação de eficiência em novas estratégias;</li> <li>Acabamento do veículo;</li> <li>Preparação da documentação de segurança</li> </ul>
<b>Ferramentas e Softwares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pacote Office e Drive;</li> <li>Documentos não conectados (Lista de peças/cronograma);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office, Solid Works, MATLAB;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipe iniciou processo de aprendizado em CAM;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor próprio;</li> <li>Software de medição Vtech;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Office e Drive;</li> </ul>
<b>Melhorias apontadas no último ano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constituição de nova equipe elétrica;</li> <li>Adoção de software de gestão Trello;</li> <li>Estruturação de novo RH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto de novo motor e controle elétrico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Novos patrocinadores (10 para 20 ativos);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto e funcionamento de dinamômetro próprio;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção de rotina de competição ao longo dos anos;</li> </ul>
<b>Dores Atuais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saída de membros-chaves;</li> <li>Equipe do elétrico mal estruturada;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprometimento de alguns membros;</li> <li>Projeto do veículo elétrico feito às pressas – estrutura frágil;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peças fora de tolerância;</li> <li>Insuficiência de parceiros e verbas para fabricação total;</li> <li>Atraso nas entregas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste com veículo completo elétrico somente na competição;</li> <li>Testes de estratégia de prova insuficiente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratégia de competição pouco validada;</li> <li>Projeto de veículo elétrico fora dos padrões de seg.;</li> </ul>

### B – Gestão de pessoas



### Tabela Hierarquia

Nível	Cargos	Nome	Ano de equipe
Estratégico	Capitão Elétrico	2º ano	
	Capitão Adm	2º ano	Capitão Combustão 2º ano
Tático	Capitão	1º, 2º e 3º anos	Capitão 1º, 2º e 3º anos
Operacional	Chefes de subsist. Projeto	1º e 2º ano	Chefes de subsist. Planej. 1º, 2º e 3º ano

### C – Monitoramento e Controle

Reuniões	Reunião Geral	Reunião Projeto	Reunião Adm.	Reunião Espec.
Frequência	Semanal	Junto com a geral	Junto com a geral	-
Documentação	Ata e pauta	Ata e pauta específica	Ata e pauta específica	-
Participantes	Todos	Junto com a geral	Junto com a geral	-
<b>Finanças</b>				
Responsab.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chefe concentra o financeiro. Executa atividades de caixa, pgto de reembolsos e adm de doações, inclusive do AdP</li> </ul>			
Importância	<ul style="list-style-type: none"> <li>É possível construir um milhagem competitivo para competição nacional;</li> <li>Custos restringem possibilidade de ida à competição internacional;</li> </ul>			
Origem	Pontos de atenção			
Amigos da Poli	Alta concorrência de projetos no AdP e diminuição do valor concedido			

### Pessoas

Feedback	Formal na transição do ciclo, reunião de erros e acertos;
Rotatividade de membros	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Transição de ciclo:</b> Baixa no último ciclo – 1 a 5 pessoas;</li> <li><b>Ao longo do ciclo:</b> Baixa no último ciclo – 1 a 5 pessoas;</li> </ul>

Figura 36 – Ficha de Gestão da Equipe Poli Milhagem

## Ficha Gestão

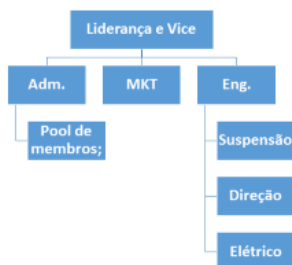
Equipe: Equipe PACE



### A – Ciclo de engenharia do protótipo

	Planejamento	Projeto	Fabricação	Validação	Competição
<b>Atividades</b>	Transição do ciclo: • Não estruturada e informal; • Não é realizado um cronograma englobando os núcleos Poli e entre equipes mundo;	• Mkt - cronograma específico; • Uso de estruturas anteriores e validadas; • Eng - cronograma global compartilhado; • CAD e simulações de chassis de somente alguns subsist.	• Atividade não delegada para equipe da Poli;	• Validação do modelo de Mkt é feito por meio de feedback de juízes;	• Preparação de relatório e apresentação para fórum;
<b>Ferramentas e Softwares</b>	• Pacote Office, Drive e Skype (Teleconferência);	• Office, Drive, Adams, NX, Skype (teleconferência);	• -	• -	• Office e Drive;
<b>Melhorias apontadas no último ano</b>	• Reunião de erros e acertos após saída de membros para intercâmbio;	• Projeto de Mkt está evoluindo frente outros grupos; • Mais proximidade do Líder na engenharia;	• -	• -	• Man
<b>Dores Atuais</b>	• Transição não é realizada atualmente, levando a perda de conhecimento operacional; • Ciclo de 2 anos afeta visão de todos os membros; • Saída de muitos membros; • Não há transição global;	• Dificuldades de interação com outras equipes (Mkt e Design); • Poli muito específica em Mkt; • Comunicação informal e fragmentada;	• Distância dos membros a parte de manufatura;	• Feedbacks não estruturados e pontuais em alguns núcleos;	• Inglês aumenta o tempo de entrega; • Nem todos os membros vão para competição;

### B – Gestão de pessoas



### Tabela Hierarquia

Nível	Cargos	Nome	Ano de equipe
Estratégico	Líder	2º ano	Vice Líder Chefe de Eng. 2º ano
Tático	Chefe Adm	2º ano	Chefe Mkt 2º ano
Operacional	Subchefes Mkt	1º e 2º ano	Subchefes Eng., 1º e 2º ano

### C – Monitoramento e Controle

Reuniões	Reunião Geral	Reunião Projeto	Reunião Global
Frequência	• Quinzenal	• Informal	• Semanal
Documentação	• Ata	• -	• Ata
Participantes	• Todos	• Específica com membros de cada subsist.	• 1 membro de cada núcleo e de cada equipe
<b>Finanças</b>			
Responsab.	• Chefe administrativo concentra o financeiro. Giro de caixa somente durante competição internacional		
Importância	• Financiamento de passagens aéreas. Fator motivacional do grupo		
Origem	Pontos de atenção		
Amigos da Poli	• 75% Concentração de pode afetar dinâmica motivacional dos membros		
Poli	• 25% Concentração pode variar em relação a diretoria		

### Pessoas

Feedback	• Mensal, feito através de formulário Google;
Rotatividade de membros	• <b>Transição de ciclo:</b> Alta no último ciclo – 1 a 5 pessoas; • <b>Ao longo do ciclo:</b> Alta no último ciclo – 1 a 5 pessoas;

Figura 37 – Ficha de gestão da Equipe PACE

## APÊNDICE D – MODELOS E FERRAMENTAS

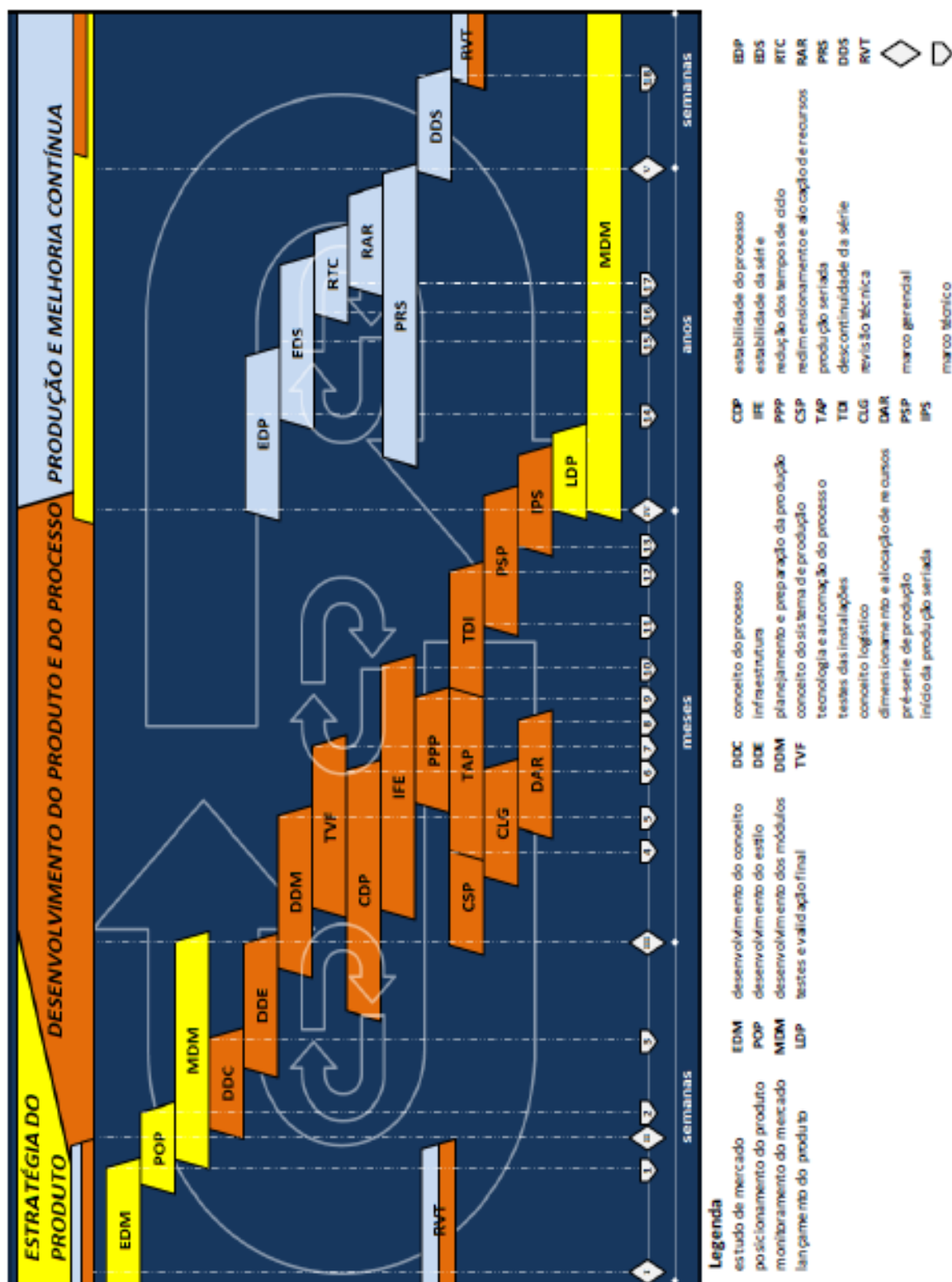


Figura 5.1 Representação mnemônica do PDP-Automotivo.

Figura 38 – Modelo de referência de um PDP Automotivo

Fonte: Silva (2013)

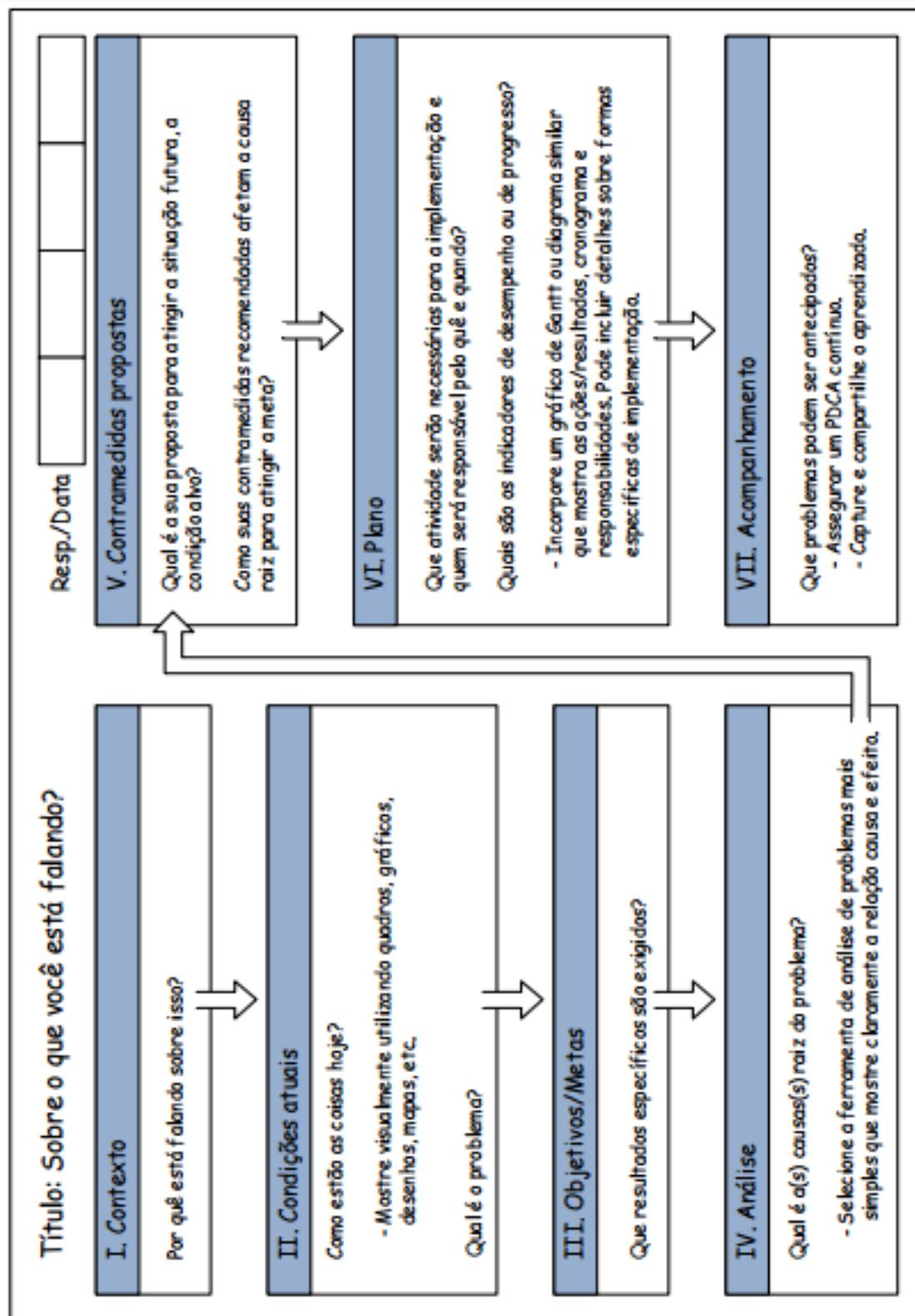


Figura 39 - Modelo de um Relatório A3

Fonte: Ribeiro (2012)

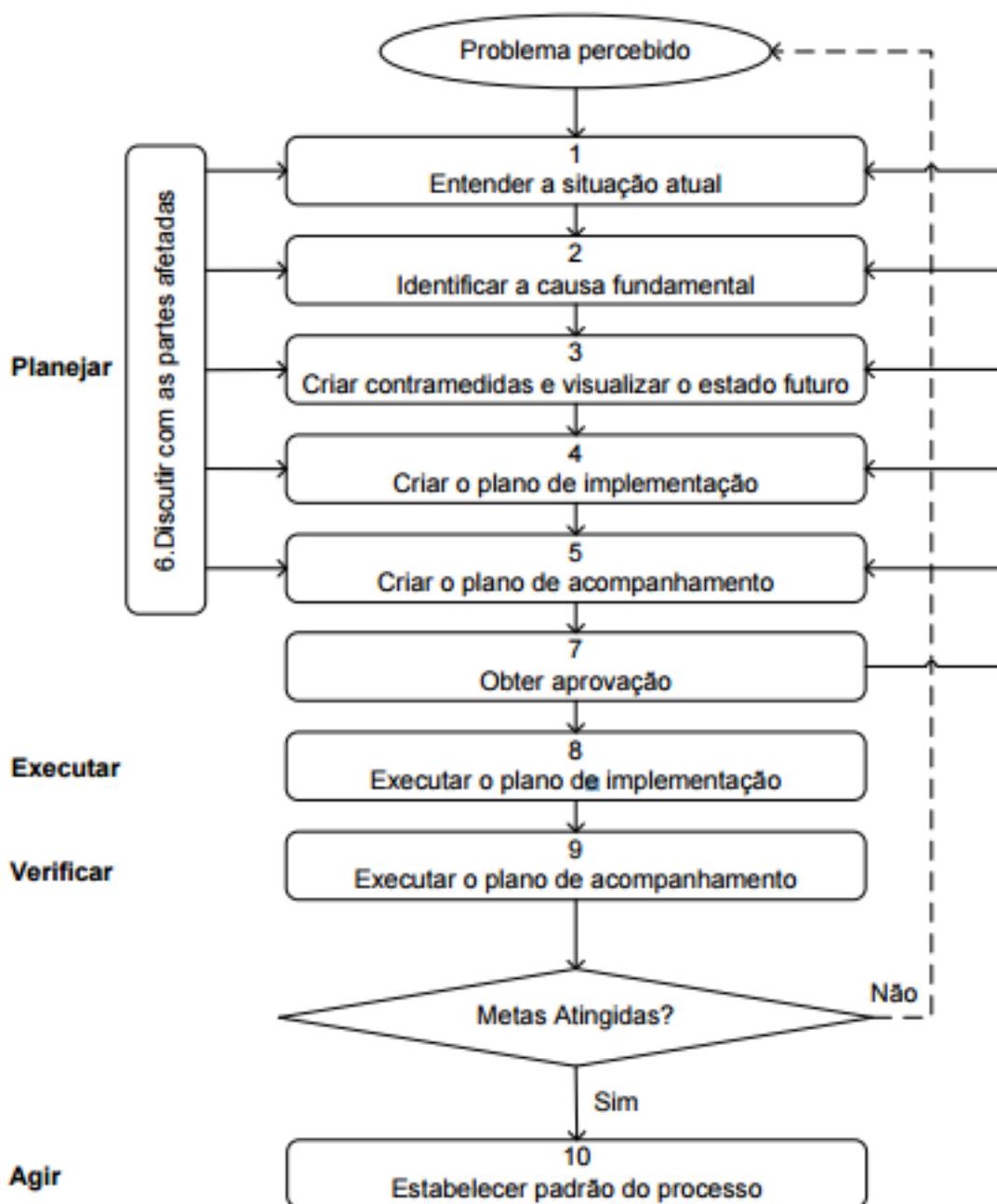


Figura 10 - Processo de solução prática de problema  
 Fonte: SOBEK; SMALLEY (2010. P.43)

Figura 40 - Modelo de questionamento de um PDCA  
 Fonte: Ribeiro (2012)

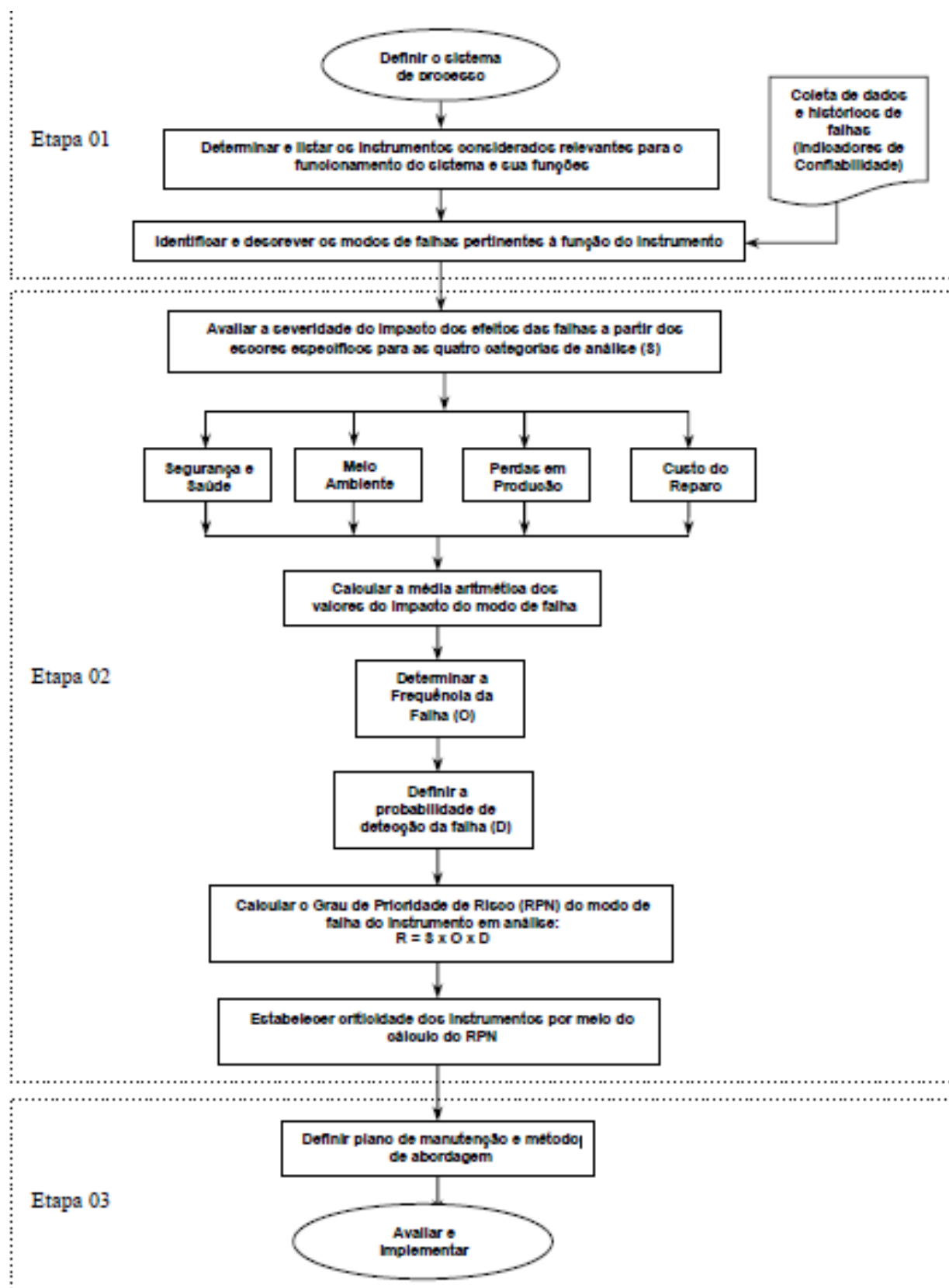


Figura 41 - Fluxograma de aplicação da ferramenta FMEA

Fonte: Herpisch;Fogliatto (2013)

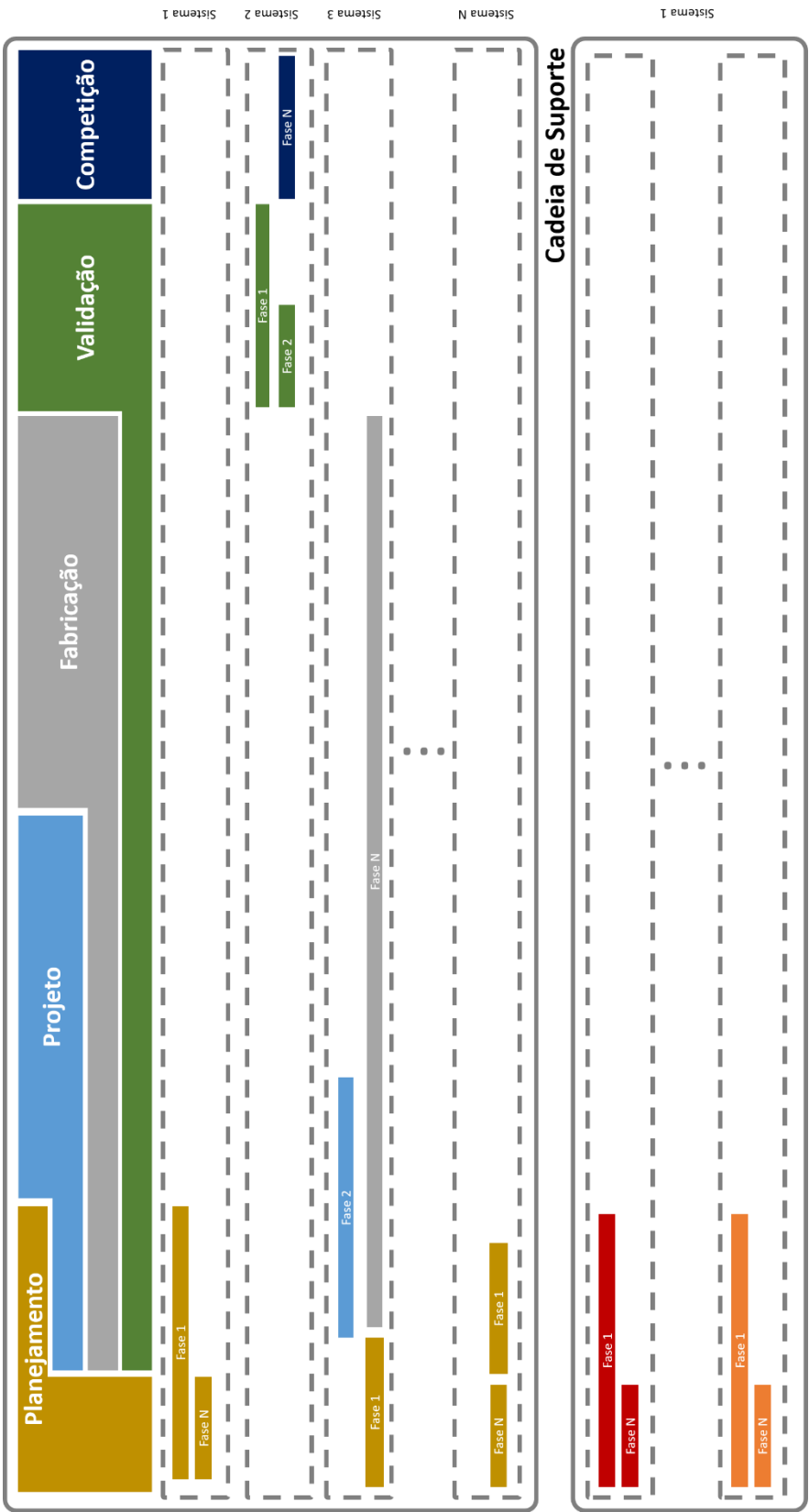


Figura 42 – Modelo Base do trabalho

Fonte: Autoria Própria

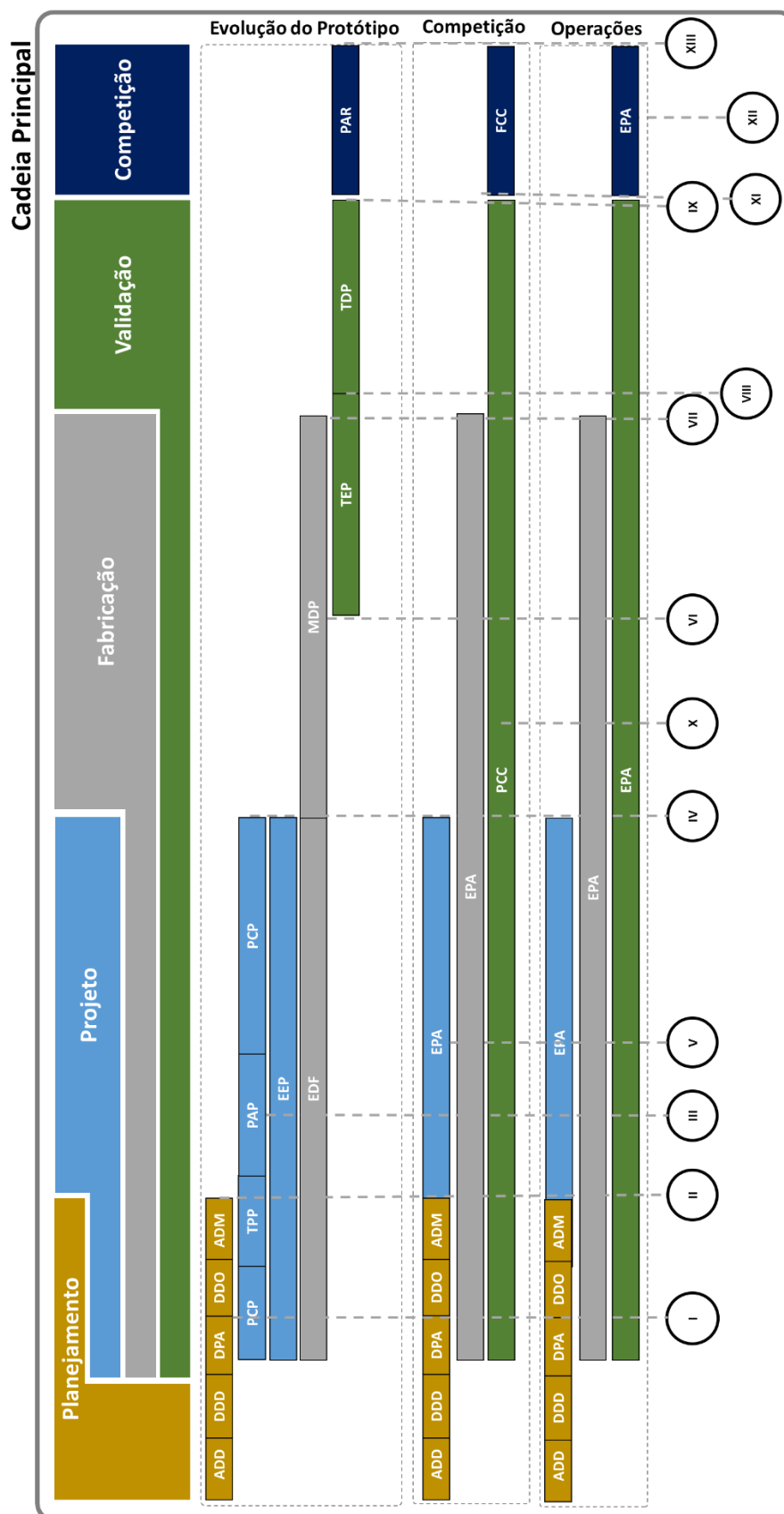


Figura 43 - Modelo Completo da Cadeia Principal  
Fonte: Autoria Própria

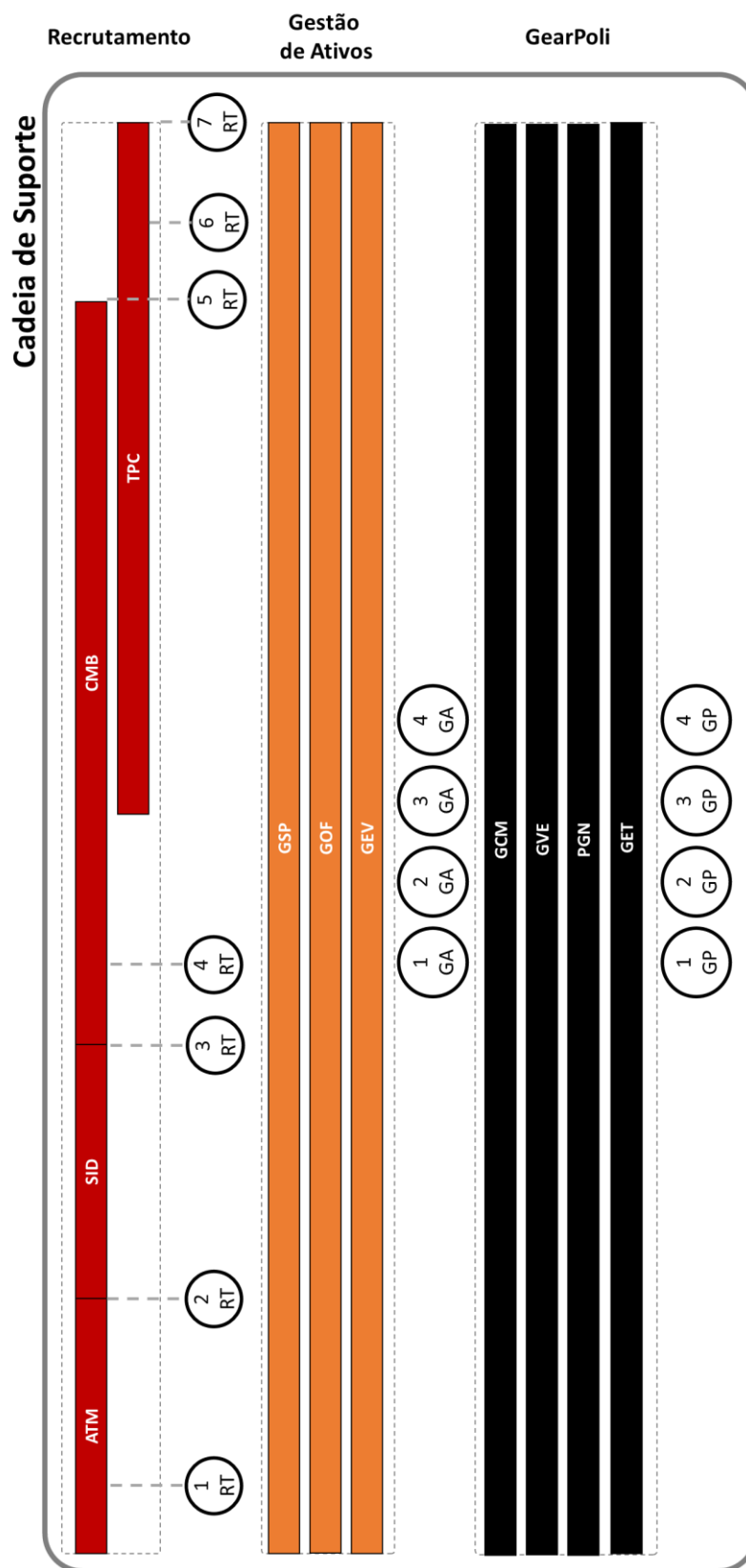


Figura 44 - Modelo Completo da Cadeia Suporte

Fonte: Autoria Própria

Tabela 19 – Softwares e ferramentas de gestão por marcos

Código Marco	Marco	Softwares	Principal ferramenta de gestão	Ferramentas de suporte				
I	Finalização de cronograma do ciclo	Pacote Office, Google Drive	Plano de Projeto	Plano de Ações e cronogramas	Plano de Evolução do Protótipo	Plano de Relacionamento com stakeholders	Plano de Monitoramento e Controle	Plano de Financeiro
II	Aprovação Plano de Projeto							
III	Aprovação de design e temática do protótipo	Softwares de projeto e design gráfico integrados	Plano de Projeto					
IV	Aprovação de Assembly Final CAD do veículo	Softwares de projeto integrados, Google Drive	Plano de Evolução do Protótipo	Plano de Projeto				
V	Aprovação funding de principal parceiro	Pacote Office, Google Drive	Plano de Projeto	Plano Financeiro		Plano de Relacionamento com stakeholders		
VI	Finalização estrutura tubular							
VII	Montagem inicial do protótipo	Softwares de projeto e fabricação integrados; Google Drive	Plano de Evolução do Protótipo	Plano de Projeto	Plano Financeiro	Plano de Relacionamento com stakeholders		
VIII	Validação após testes cinemáticos							
IX	Protótipo calibrado	Pacote Office, Google Drive	Plano de Validação	Plano de projeto				
X	Inscrição realizada na competição							
XI	Entrega documentos para competição	Pacote Office, Google Drive	Plano de Projeto					
XII	Lançamento protótipo e montagem final							
XIII	Competição principal							
1 GA, 2 GA, 3 GA, 4 GA	Marcos referentes à gestão de ativos	Pacote Office, Google Drive	Plano de Manutenção espaços					

Fonte: Autoria Própria

Material	Ação	Verificação			O que não está próximo?	O que deve ser consentado ou descartado?
		Sim	Não	Ação		
<b>整理 Seiri</b>	É útil e usado toda hora			Colocar o mais próximo possível do local de trabalho		
	É útil e usado toda dia			Colocar no mesmo ambiente		
	É útil e usado eventualmente			Colocar em local separado		
	É inútil e não tem reaproveitamento			Descartar adequadamente		
	É inútil e pode ser repassado			Verificar valor de venda ou de repasse para outras entidades		
Verificação	Sim	Não	Ação	Status		
<b>整頓 Seiton</b>	Cada subsistema possui seu espaço?					
	As ferramentas estão organizadas?					
	Os materiais de fabricação estão identificados?					
	Os consumíveis são suficientes?					
<b>清掃 Seisō</b>	Cada membro da equipe está sendo responsável pelo seu espaço?					
	Todos limpam os objetos antes de guardá-los?					
	O espaço de trabalho está limpo?					
	Existem objetos jogados no chão?					
<b>清潔 Seiketsu</b>	Os membros utilizam EPI em atividades de fabricação?					
<b>躰 Shitsuke</b>	Os 3 primeiros "S" estão sendo mantidos?					
	A filosofia está funcionando para a manutenção do espaço?					

Figura 45 – Cartilha para utilização da filosofia 5S

Fonte: Autoria Própria

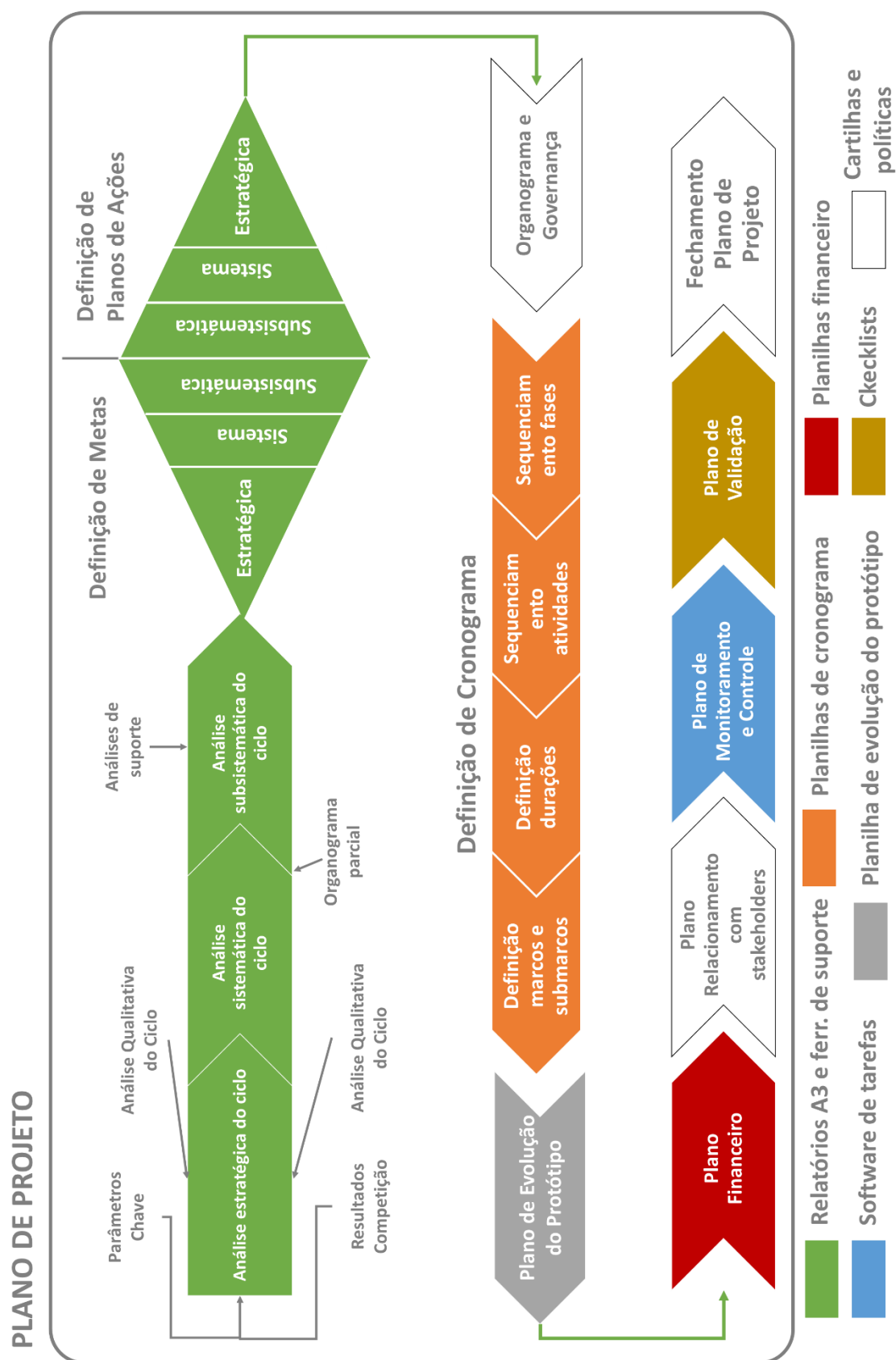


Figura 46 – Ferramentas do Plano de Projeto relacionadas com atividades  
Fonte: Autoria Própria



Figura 47 - Modelo de ferramenta A3

Fonte: Autoria Própria


Níveis			Foco	Descrição
Estratégico	Equipe			Relatório contendo os principais resultados e conquistas como colocação na competição, número de membros, novos espaços, entre outros
	Evolução do Protótipo			Relatório contendo as métricas relacionadas ao protótipo como massa, frenagem, aceleração, consumo, entre outros
Sistema	Competição			Relatório contendo as métricas relacionadas à competição de modo geral, sem entrar em detalhes
	Operações			Relatório contendo avaliação da execução do planejamento durante o ciclo
	Motor			Relatório com avaliação do subsistema motor
Subsistema	Suspensão			Relatório com avaliação do subsistema suspensão
	Estrutura			Relatório com avaliação do subsistema estrutura
	...			
	Prova 1			Relatório com avaliação de prova contida na competição
	Prova 2			Relatório com avaliação de prova contida na competição
	...			
	Evento 1			Relatório com avaliação de realização de evento de lançamento, por exemplo
	Comunicação			Relatório contendo avaliação da comunicação feita durante o ciclo
	Relacionamento com parceiros			Relatório com avaliação de relacionamento com patrocinadores com aumento de parceiros, diminuição de verbas, entre outros índices
	Governança			Relatório com avaliação da atuação dos níveis de governança da equipe
	...			

Nível Estratégico

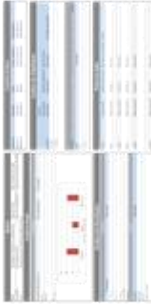


Nível Sistema


Evolução Protótipo



Competição



Operações



Nível Subsistema




Figura 48 – Hierarquia e sugestões de Relatórios A3  
Fonte: Autoria Própria

Checklist medidas de projeto			
Responsável			
Integridade	Bom	Ruim	Data/Hora
Buchas da suspensão			
Cruzetas da direção			
Parâmetros	Valor de projeto	Valor medido	Data/Hora
Pressão dos pneus dianteiros	7.0 ± 0.5 psi		
Pressão dos pneus traseiros	9.0 ± 0.5 psi		
Pressão da câmara principal do amortecedor dianteiro			
Pressão da câmara secundária do amortecedor dianteiro			
Pressão da câmara principal do amortecedor traseiro			
Pressão da câmara secundária do amortecedor traseiro			
Altura do veículo	255 ± 10 mm		
Cambagem das rodas dianteiras	0 (até -3°)		
Cambagem das rodas traseiras	0 (até -3°)		
Convergência das rodas dianteiras	0 ± 2°		
Convergência das rodas traseiras	0 ± 2°		
Bitola dianteira	1440 ± 10 mm		
Bitola traseira	1440		
Entre eixo	1960		
Curso do volante	180 ~ 200°		

Figura 49 – Checklist de medições

Fonte: Autoria Própria

Checklist verificação pré-prova específica			
Responsável :			
Integridade	Bom	Ruim	Data/Hora
Buchas da suspensão			
Cruzetas da direção			
Parâmetros	Valor de projeto	Valor medido	Data/Hora
Pressão dos pneus dianteiros	6.0 ± 0.5 psi		
Pressão dos pneus traseiros	7.0 ± 0.5 psi		

Dinâmica		
Slalom	Bom	Ruim
Rolagem	Bom	Ruim
Arfagem	Bom	Ruim
Absorção de energia	Bom	Ruim
Costelinha	Bom	Ruim
Costelinha alternadas	Bom	Ruim
Troncos	Bom	Ruim
Rampa	Bom	Ruim
Impacto lateral	Bom	Ruim
Resistência ao esterçamento	Bom	Ruim
Esterçamento involuntário em retas	Bom	Ruim
Frenagem	Bom	Ruim

Figura 50 – Checklist pré-prova específica de competição

Fonte: Autoria Própria