



•NOVA•
UCSAL

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR

Bernardo Soares Alvim de Oliveira Filho

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS, COM FOCO EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE.
ESTUDO DE CASO DE UM HELIODON.**

Salvador -BA
2019

Bernardo Soares Alvim de Oliveira Filho

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS, COM FOCO EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE.
ESTUDO DE CASO DE UM HELIODON.**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão do
Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Católica do
Salvador, tendo por orientador o Prof. Vinícius do Rego Dias.

Salvador -BA
2019

BERNARDO SOARES ALVIM DE OLIVEIRA FILHO

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS, COM FOCO EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE.
ESTUDO DE CASO DE UM HELIODON.**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica, Universidade Católica do Salvador - UCSAL, pela seguinte banca examinadora:

Vinicius do Rego Dias – ORIENTADOR _____
Engenheiro Mecânico

Wagner Almeida Mônico Conceição _____
Engenheiro Químico

Heloisia Maria De Carvalho e Albuquerque _____
Engenheira Mecânica

Salvador - BA, 01 de Agosto de 2019.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Vinicius do Rego Dias, pelo apoio, compreensão e orientação competente e segura. Minha admiração e meu muito obrigado professor!

A todos os meus amigos que me apoiaram, sem os quais eu não teria conseguido finalizar este trabalho.

Aos meus colegas de graduação, os quais promoveram debates e crescimento para todos durante o curso.

A meus pais, avós e minhas irmãs, que me apoiaram e incentivaram em todo o processo.

A minha tia Catarine que sempre acreditou na minha educação.

A todos os professores e colaboradores da Universidade Católica do Salvador, que de alguma maneira contribuíram com seu conhecimento.

RESUMO

O processo de desenvolvimento de produto (PDP) tem sido cada vez mais reconhecido como fundamental para a competitividade de uma empresa, isto porque, ele afeta diretamente a qualidade do portfólio e o lucro da organização. Apesar disto, o cenário comum nas empresas de pequeno porte é o processo de desenvolvimento de produtos acontecendo de maneira informal. Apresenta-se nesta monografia uma revisão bibliográfica acerca do desenvolvimento de produtos, baseada em amplamente utilizadas de gestão e organização dos processos de desenvolvimento de produtos. Os modelos de referência estão inseridos no contexto de uma empresa com base tecnológica e de pequeno porte. Tendo como foco as macro fases de planejamento do projeto, e de planejamento do produto, incluindo as fases de projetos informacional, conceitual e detalhado, além de ferramentas, metodologias e documentos para suporte de cada etapa citada. Ainda no contexto de competitividade, outro fator crucial é como se realiza a gestão do desenvolvimento de projeto, para isto é apresentado a metodologia ágil de gestão de projetos: Scrum. Por fim, é realizado um estudo de caso empregando o modelo sugerido e utilizando-se do Scrum como ferramenta de gestão para o desenvolvimento de um Heliodon, equipamento simulador da trajetória solar e da incidência dos raios solares.

Palavras Chaves: Desenvolvimento de Produtos, Heliodon, Scrum, Gerenciamento de projeto

ABSTRACT

The product development process (PDP) has been increasingly recognized as fundamental to the competitiveness of a company, because it directly affects the quality of the portfolio and the profit of the organization. Despite this, the common scenario in small businesses is the process of product development happening informally. This monograph presents a bibliographic review about product development, based on universal theories of management and organization of the product development processes. The reference models are inserted in the context of a small technology-based company focusing on macro phases of project planning and product planning, including the informational, conceptual and detailed project phases, as well as tools, methodologies and supporting documents for each step cited. Still in the context of competitiveness, another crucial factor is how to manage the project development, for this is presented the agile project management methodology: Scrum. Finally, a case study is carried out using the suggested model and using Scrum as a management tool for the development of a Heliodon, simulator of the solar trajectory and the incidence of solar rays.

Keywords: Product Development, Heliodon, Scrum, Project Management

LISTA DE SIGLAS

GDP - Gerenciamento do Desenvolvimento de Produtos.

PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos.

SF - Síntese Funcional.

TAP - Termo de Abertura de Projeto

CDQ - Casa de Qualidade

ES - Engenharia Simultânea

DP - Desenvolvimento de produto

PI - Projeto Informacional

MUR - Modelo Unificado de Referência

GP - Gestão de Projetos

PO - Product Owner

SC- Scrum Master

QFD - Quality Function Deployment

BOM - Bills of Materials

CAD - Computer Aided Design

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida do produto segundo as atividades que o produto passa.	20
Figura 2 - Diferença entre processos e projetos	24
Figura 3 - Funções de uma empresa	25
Figura 4 - Efeitos das diferentes fases do ciclo de vida sobre o custo do produto	26
Figura 5 - Síntese dos principais elementos associados à engenharia simultânea (back et al., 2008)	31
Figura 6 - Processo de desenvolvimento de produto	32
Figura 7 - Projeto informacional	35
Figura 8 - Espiral do desenvolvimento	36
Figura 9 - Tarefas da atividade “identificar os requisitos dos clientes do produto”	37
Figura 10 - Matriz da casa da qualidade do qfd.	39
Figura 11 - Comparação entre os campos e as atividades da fase de projeto informacional	39
Figura 12 - Projeto conceitual	40
Figura 13 - Tarefas presentes na análise funcional	41
Figura 14 - Esquemático da função total e desdobramentos	41

Figura 15 - Matriz morfológica e a combinação de princípios de solução.	43
Figura 16 - Projeto detalhado	45
Figura 17 - Ciclo do scrum	49
Figura 18: Resultado do método qfd (casa da qualidade)	60
Figura 19: Função global com suas entradas e saídas	62
Figura 20: Função global e funções parciais	63
Figura 21: Função parcial “exibir sombra em função da latitude”	63
Figura 22: Função parcial exibir sombra em função da hora	64
Figura 23: Função parcial exibir sombra em função do mês	64
Figura 24: Função parcial acionar fonte de luz	64
Figura 25: Matriz morfológica	65
Figura 27: Vista isométrica do heliodon	65
Figura 28: Vista frontal do heliodon	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ciclo de vida do produto	21
gráfico 2 - curva de comprometimento do custo do produto	26
Gráfico 3 - Efeito de escala de custos de mudanças do produto nas diversas fases de desenvolvimento	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métodos utilizados na busca por princípios de solução	42
Quadro 2 – Ciclo de vida do produto e códigos	57
Quadro 3 - Stakeholders	57
Quadro 4 - Necessidades levantadas	58
Quadro 5 - Requisitos dos clientes com valores de 1 a 5	59
Quadro 6 - Requisitos do projeto	59
Quadro 7 – Lista de especificações do projeto	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Modelo de desenvolvimento integrado de produtos	17
2.2 Definição de produto	17
2.4 Desenvolvimento de produto	21
2.5 Definição de projeto	22
2.5.1 Importância da função projeto	24
2.5.2 Importância da função projeto para competitividade	25
2.7 Gerenciamento de projetos para desenvolver produtos	28
2.8 Desenvolvimento de produtos no ambiente de engenharia simultânea	29
2.9 Etapas do desenvolvimento de produtos	32
2.9.1 Projeto informacional	34
2.9.2 Projeto conceitual	40
2.9.3 Projeto detalhado	44
2.10 Metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos (metodologia scrum)	47

2.10.1 Pilares do scrum	48
2.10.2 Papéis do time scrum	49
2.10.3 Eventos scrum	50
2.11 Considerações finais	52
3 ESTUDO DE CASO	53
3.1 Introdução	53
3.2 Descrição do problema	53
3.3 Heliodon	54
3.4 Etapas de desenvolvimento do produto	54
3.4.1 Abertura do projeto	55
3.4.2 Projeto informacional	56
3.4.3 Projeto conceitual	62
3.4.5 Projeto detalhado	67
4 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICES	77

1 INTRODUÇÃO

No ambiente de competição nacional e internacional, a sobrevivência das empresas, independente do seu tamanho, está ligado diretamente ao seu grau de competitividade, ou seja, a qualidade, o custo e o tempo para se produzir. Neste mercado, um produto que não atenda as necessidades dos clientes ou que chegue atrasado, pode ser um grande fracasso (FORCELLINI, 2002).

A antiga fórmula de se criar um produto, vender em grandes quantidades, diminuindo assim seu custo de produção, não é aplicável ao cenário econômico atual. Por isso, no processo para desenvolvimento de um produto, é necessário identificar uma necessidade de mercado, que servirá como premissa para a criação de valor. As empresas de sucesso são aquelas que podem entregar o produto para estas pessoas, atendendo suas necessidades a tempo. Sendo assim, o desenvolvimento de projeto se mostra essencial para a sustentabilidade de qualquer empresa (ROZENFELD et al. 2006).

BACK et al. (2008), ressaltam a influência das decisões referentes ao projeto de um produto em relação ao seu custo. O custo do projeto normalmente é por volta de 5%, porém o impacto de suas decisões pode chegar a aproximadamente 70% do custo total do produto.

Neste contexto, a presente pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica das sistemáticas para desenvolvimento de novos produtos. Serão demonstradas sequências de atividades, ferramentas de projetos ágeis e documentos que visam apoiar o processo de desenvolvimento de produtos. Ao final, será realizado um estudo de caso do desenvolvimento de um Heliodon (simulador de trajetória solar), utilizando o processo de desenvolvimento de produtos apresentado.

1.1 TEMA

O presente trabalho tem como tema o estudo do processo de desenvolvimento de novos produtos a partir da análise teórica e validação através de um estudo de caso.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar conceitos relacionados a sistematização dos processos de desenvolvimento de produtos, adequando as etapas para empresas de pequeno porte e adicionando metodologias ágeis de projeto, apresentando ao final um estudo de caso.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Aprofundar o conhecimento do autor na área de desenvolvimento de produtos;
- Apresentar os conceitos de produto;
- Apresentar os métodos de desenvolvimento de produtos existentes na literatura;
- Identificar os benefícios da sistematização para criação de projetos;
- Desenvolver um estudo de caso.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A importância deste trabalho consiste em apresentar uma solução para um problema, que é o desenvolvimento de produtos, evidenciando um método que não se apresente de maneira “engessada” e que possa ser aplicável em uma empresa de pequeno porte. Isto tem como benefício a maior competitividade da empresa, visto que, gerenciar o desenvolvimento produtos reduz a chance de erros, e de grandes mudanças com o andamento do projeto. Outra fator importante é que as decisões mais importantes para o desenvolvimento de produtos, são tomadas no início do projeto, por isso o processo deve ser gerenciado desde o início. Conceitos e ferramentas ágeis já existem, porém, não são amplamente aplicadas ao desenvolvimento de produtos. Como benefício desta solução, a empresa que o utilizar poderá se tornar mais competitiva e se adaptar mais facilmente para o mercado e o contexto no qual ela está inserida, já que a solução proposta pretende agilizar o projeto dos produtos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MODELO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS

Neste tópico será apresentada a revisão bibliográfica de conceitos relacionados ao desenvolvimento de produtos. Serão apresentados os seguintes assuntos: Desenvolvimento de Produto (Conceito de Produto, Ciclo de Vida do Produto), Etapas de Desenvolvimento de Produtos, Processo de Gerenciamento do Desenvolvimento de Produtos, Metodologia Ágil para Gestão e Planejamento de Projetos (Metodologia SCRUM). O objetivo é desenvolver e familiarizar os conceitos, ferramentas e diretrizes da literatura sobre o desenvolvimento de novos produtos para que sejam aplicados em um estudo de caso.

2.2 DEFINIÇÃO DE PRODUTO

Segundo Back et al. (2008), um objeto que é concebido, produzido industrialmente com características e funções, comercializado e usado pelas pessoas ou organizações, atendendo as suas necessidades e desejos, pode ser considerado um produto. O conceito de produto como algo para suprir as necessidades do mercado é comumente apresentado por diversos autores como por McCarthy e Perreault Jr (1990), citado por Back et al (2008): “Produto significa a oferta de uma empresa que satisfaz a uma necessidade”, e reforçado por Semenick e Bamossy (1995), citado por Back et al (2008): “Produto é um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis que proporciona benefícios reais ou percebidos, com a finalidade de satisfazer as necessidades e os desejos do consumidor”. Além de um bem ou oferta, produto pode também ser um serviço oferecido por alguma empresa.

O dicionário Houaiss da Língua Portuguesa¹ (2009) define produto como aquilo que é produzido ou o resultado de uma produção ou trabalho. No contexto industrial, produto é aquilo que é produzido para venda no mercado.

Já o Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa² (2015) traz uma variação deste conceito: “Aquilo que resulta de uma atividade humana, destinado ao consumo próprio ou comércio.

Um produto novo não é obrigatoriamente algo original, ele pode ser considerado como uma evolução ou o desenvolvimento de algo já existente no mercado. Ou somente a inserção de um produto em um novo mercado:

Novos produtos não necessariamente significam produtos originais, novos produtos podem ser obtidos com melhorias e modificações em produtos existentes. Assim, um novo tamanho e forma de um produto já existente podem representar um novo produto. Da mesma forma, um produto já existente introduzido num novo nicho de mercado ou um novo mercado geográfico pode ser considerado um novo produto. Um produto nunca antes visto é também um novo produto, apesar de ser menos comum que os outros tipos. (FORCELLINI, 2002, p. 2).

Stemmer (1974, apud ROMANO, 2003) classificou as atividades de projeto que definem os tipos de produtos em:

- Execução original: Atividade de projeto complexa, que visa a obtenção de um produto que preencha a função desejada, considerando a não existência de produto prévio.
- Aperfeiçoamento: Atividade de projeto que visa a melhoria, ou seja, o preenchimento mais adequado da função já exercida por um produto existente. Isso pode ser feito através da eliminação de falhas, simplificação ou melhoria da construção
- Adaptação: Atividade mais comum de projeto, na qual são realizadas pequenas alterações no produto, com a intenção de atender exigências

¹Houaiss, Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em : <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#2> Acesso em 04/05/2019

²Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, Ed. Melhoramentos, 2015. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/produto/>. Acesso em 4/05/2019

especiais de um comprador, ao uso de materiais ou processos de fabricação ou a montagem de dispositivos adicionais.

Forcellini (2002) também apresenta uma classificação para novos produtos:

- Variantes de produtos existentes: Podem ser alterações na embalagem, versões modificadas do produto, reposicionamento do produto em relação seu uso e mercado, entre outros.
- Inovativos: São o resultado de alterações, muitas vezes como consequência de um tempo mais longo de desenvolvimento, gerando um alto valor agregado.
- Criativos: Produtos nunca vistos, inovadores, geralmente demandam um longo tempo de desenvolvimento.

2.3 CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O termo ciclo de vida do produto é comumente empregado com dois significados, o primeiro se refere ao período de lançamento do mesmo e a sua retirada do mercado, ou tempo de comercialização deste produto. A segunda utilização é a sequência de fases na qual se desenvolve o produto, seguindo da busca por oportunidades no mercado, projeto, fabricação até uso e finalmente descarte. (BACK et al. 2008).

Segundo Forcellini (2002), todo produto tem um ciclo de vida, este pode ser representado de diversas maneiras, podendo ser definido pelas atividades relacionadas, ou fases e estágios nas quais o produto passa. A figura 1 apresenta o ciclo de vida do produto de acordo com todas as atividades relacionadas a ele, desde a necessidade de mercado, passando por fases de desenvolvimento do produto, planejamento dos processos de produção, produção, produto em si, até as fases posteriores a produção, como marketing, uso do produto e retirada de mercado.

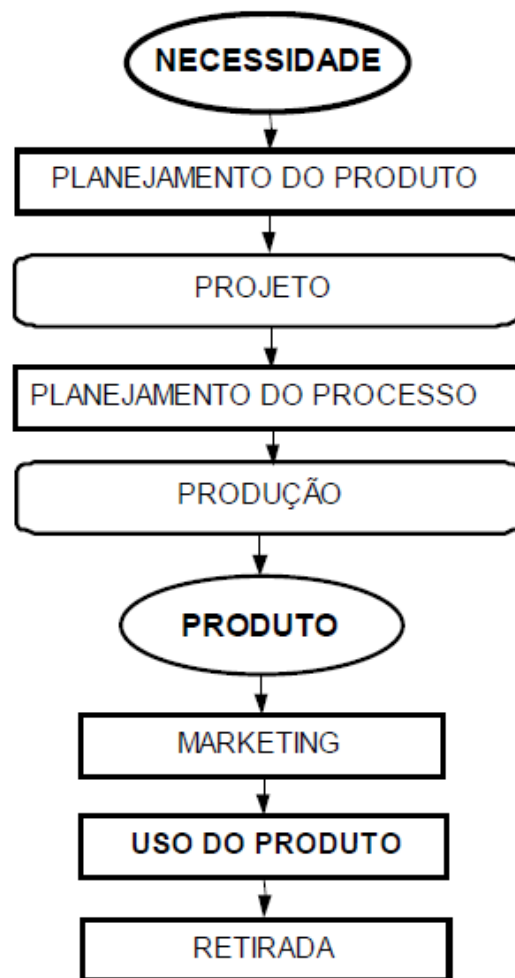


Figura 1 - Ciclo de vida do produto segundo as atividades que o produto passa. (FORCELLINI, 2002)

Outra representação do ciclo de vida de um produto é o gráfico a seguir apresentado também por Forcellini (2002). A partir dele, é possível analisar os investimentos em relação ao retorno. Sendo assim, para a etapa de desenvolvimento, as atividades relacionadas geram apenas custos. As etapas seguintes de lançamento e crescimento, começam a gerar receita. Pode ocorrer geração de lucro na etapa de crescimento, porém a maior parte normalmente ocorre na maturidade e é ainda nesta fase que acontece a estagnação. Como consequência da concorrência com novos produtos, inovações e desenvolvimentos tecnológicos, o produto chega a sua última etapa, a de declínio. Estas fases podem ser vistas no gráfico a seguir:

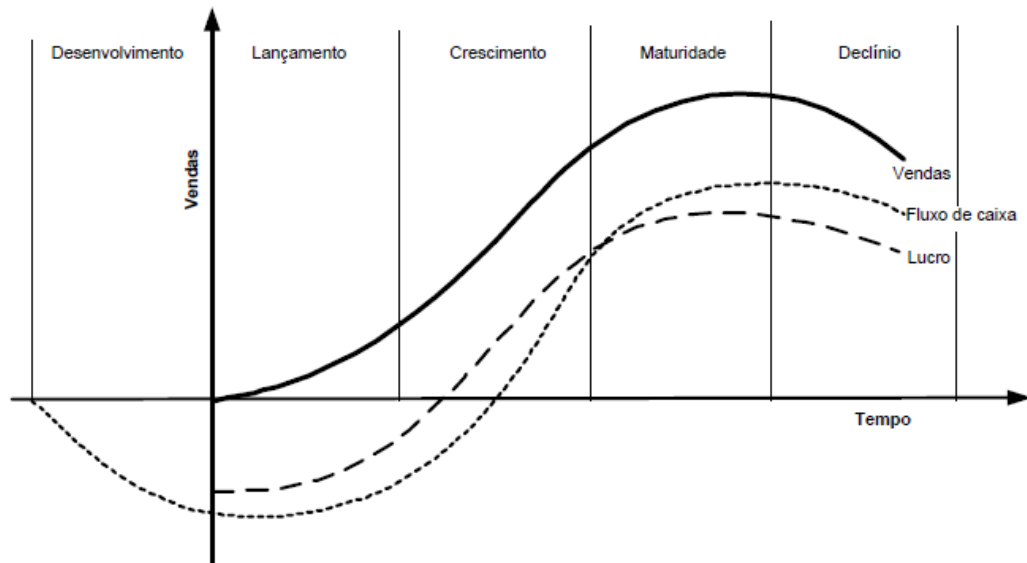


Gráfico 1 - Ciclo de vida do produto (FORCELLINI, 2002)

2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Desenvolver produtos se refere a um conjunto de atividades que buscam entender as oportunidades do mercado e transformá-las em especificações de um produto. As especificações do produto devem atender às expectativas do mercado, às restrições tecnológicas e às restrições da empresa e do produto (BACK et al. 2008). O desenvolvimento de produto tem como objetivo antecipar as necessidades do mercado e propor soluções que atendam tais necessidades. Para isto, é necessário a realização de um grupo atividades ao longo do tempo, envolvendo a empresa como um todo, e cuja consequência é direta na competitividade da mesma no mercado (ROMANO, 2003).

O processo de desenvolvimento de novos produtos (PDP) pode ser considerado como complexo, visto que apresenta variadas atividades associadas aos requisitos de mercado, requisitos internos da empresa e às partes da cadeia produtiva relacionadas (ROZENFELD et al. 2006). Além disso, Rozenfeld et al. (2006) utiliza diferentes técnicas e ferramentas que auxiliam no desenvolvimento e nas especificações técnicas do produto. Estas são aplicadas em cada momento do

projeto, buscando descrever e definir atividades, informações, recursos, fases entre outras informações relacionadas ao produto.

A depender do autor, são apresentados modelos que auxiliam o desenvolvimento de um produto. Alguns autores focam no processo de desenvolvimento em geral, outros descrevem apenas o processo, enquanto existem também, os que se limitam ao projeto do produto em si. Independente do foco, estes autores apresentam métodos e ferramentas para o suporte do gerenciamento e desenvolvimento do produto (ROZENFELD et al. 2006). Tendo isto em vista, Romeiro et al. (2010) lembra que apesar de existirem ferramentas para auxiliar no desenvolvimento de um novo produto, a utilização de modelos como “receitas de bolo” podem gerar mais problemas do que soluções, caso estes não sejam utilizados corretamente para o modelo de empresa no qual ele está inserido.

Clark; Fujimoto (1991), conforme citado por Rocha (2009 p.33), sintetizam a finalidade de desenvolvimento de produto como um processo no qual uma empresa ou organização transforma uma oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em informações para a produção comercial.

Um fator importante que será abordado mais profundamente no tópico 2.5.2, é o modo como uma empresa desenvolve seus produtos, ou seja, a estratégia adotada e como ela é organizada e gerenciada. A qualidade, eficiência e velocidade de como é realizado o processo de desenvolvimento irá determinar o desempenho da empresa no mercado (ROZENFELD et al. 2006).

2.5 DEFINIÇÃO DE PROJETO

O conceito de projeto pode variar a depender do contexto no qual a palavra está inserida. Buscando a definição no dicionário, pode-se encontrar diferentes respostas como o Dicionário online Dicio: “Esquema; noção inicial, Escrita e detalhada, do que se pretende desenvolver; aquilo que se pretende realizar”.³

³ Dicio, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2018. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/projeto/>. Acesso em: 08/05/2019

Segundo o Aurélio online ⁴, a palavra projeto é a ideia que se forma de executar ou realizar algo no futuro, é um plano, um intento ou desígnio. Assim projeto do produto é um plano de um empreendimento a ser realizado, um produto, com o fim de atender uma necessidade. Ou seja, é algo que se planeja, um conjunto de ideias, podendo ser superficiais ou detalhadas. VARGAS, R. (2018) expressa o seguinte:

“Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade “.

Seguindo no contexto de empresas ou organizações, Garay, R. (2018) afirma que estas realizam um trabalho com objetivo de atingir um conjunto de objetivos. Esse trabalho é classificado como operações ou projetos. Os dois compartilham de algumas características, tais como: são necessariamente realizados por pessoas, possuem restrição de recursos e são planejado, executado e controlado. Os projetos e as operações diferem principalmente no fato de que as operações são contínuas e repetitivas, enquanto os projetos são temporários e exclusivos. Ainda neste contexto, Vargas, R. (2018) afirma que a rotina se caracteriza pelo aprendizado através da repetição e da configuração do ambiente buscando a estabilidade. Já o projeto tem o risco associado a suas características, como consequência de sua capacidade de adaptação e inovação. Os projetos também possuem metas claras e definidas, sendo realizados em um período definido. A figura 2, expressa por Rozenfeld et al. (2006), faz a comparação entre as características dos processos e dos projetos.

⁴ Aurélio, Novo Aurélio século XXI: dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/projeto>. Acesso em: 08/05/2019

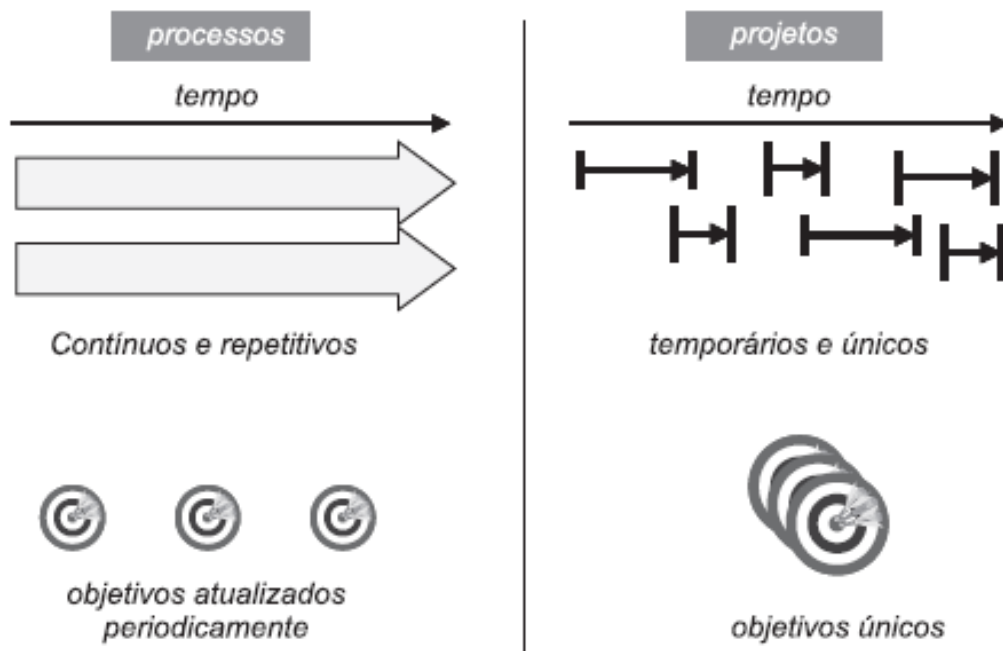


Figura 2 - Diferença entre processos e projetos (ROZENFELD et al., 2006)

“Um projeto é um esforço temporário realizado para criar um produto ou serviço único” (PMI, 2000). Por tanto, pode-se concluir que projeto como um conjunto de ações não repetitivas, executadas de maneira coordenada por uma organização, o qual possui um objetivo determinado previamente e para isso são designados recursos e são determinados prazos.

2.5.1 IMPORTÂNCIA DA FUNÇÃO PROJETO

Função pode ser entendido como qualquer composto de atividades realizadas em conjunto, no ambiente da empresa, para alcançar um determinado objetivo. Esta pode ser delimitada por um único departamento ou por vários. Dentro desta visão, uma empresa pode ser representada por suas principais funções, desta forma, a atividade de projeto é vista como uma função corporativa, não como uma atividade separada, como mostra a figura (FORCELLINI, 2002):

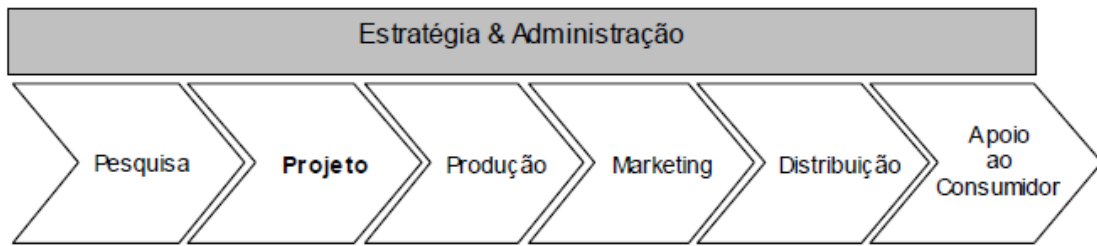


Figura 3 - Funções de uma empresa. (FORCELLINI, 2002)

Mantendo o enfoque nas empresas, Forcellini (2002), reforça que “o projeto e o desenvolvimento de produtos tendem a transformar o papel e a posição do projetista, alargando o espectro desta atividade de maneira muito significativa”. Saber administrar estas transformações e mudanças acaba por impactar diretamente no lucro da empresa. Levando isto em conta, pode-se considerar a atividade projeto, como um fator chave para o sucesso das empresas no mercado. Além disso, “um bom projeto não garante o sucesso do produto, mas é de fundamental importância para tal”, Forcellini (2002).

2.5.2 IMPORTÂNCIA DA FUNÇÃO PROJETO PARA COMPETIVIDADE

Segundo BACK et al. (2008), a competitividade de uma empresa depende essencialmente do bom desenvolvimento de projetos, visto que este tem influência direta na qualidade do produto ou serviço, no custo e no tempo gasto. Estes aspectos são determinantes para a distinção de empresas competidoras no mercado de trabalho. Romano (2003) considera a gestão de projetos como um fator fundamental para que um produto seja concebido e inserido no mercado.

A figura a seguir apresenta a importância das tomadas de decisões nas primeiras fases do ciclo de vida de um projeto, até concluir o projeto detalhado, e seu impacto no custo final do produto. Como já foi apresentado por Downey (1969) e, mais tarde, por Barton, Love e Taylor (2001), isso representa cerca de 70% ou mais do custo do produto.

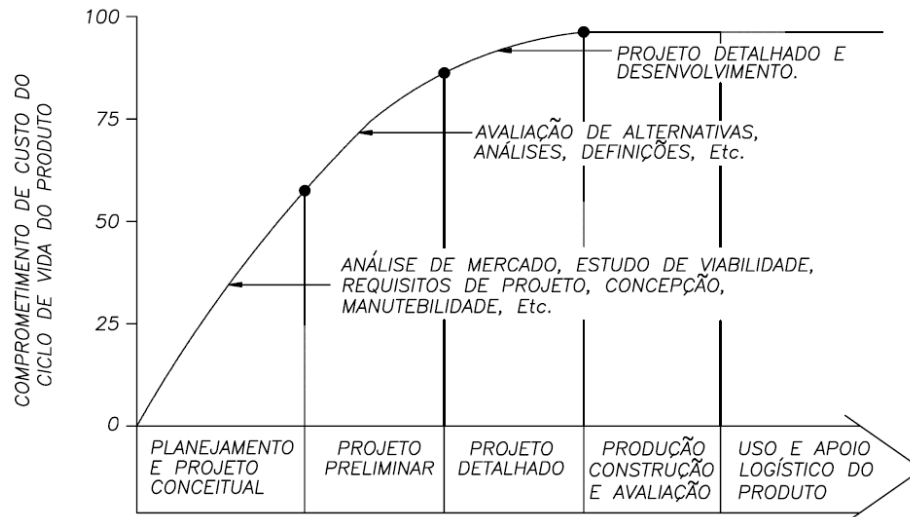


Figura 4 - Efeitos das diferentes fases do ciclo de vida sobre o custo do produto (DOWNEY, 1969).

Fator relatado também por Rozenfeld et al. (2006): as escolhas de alternativas ocorridas no início do ciclo do desenvolvimento são responsáveis por 80% do custo final do produto (Gráfico 2).

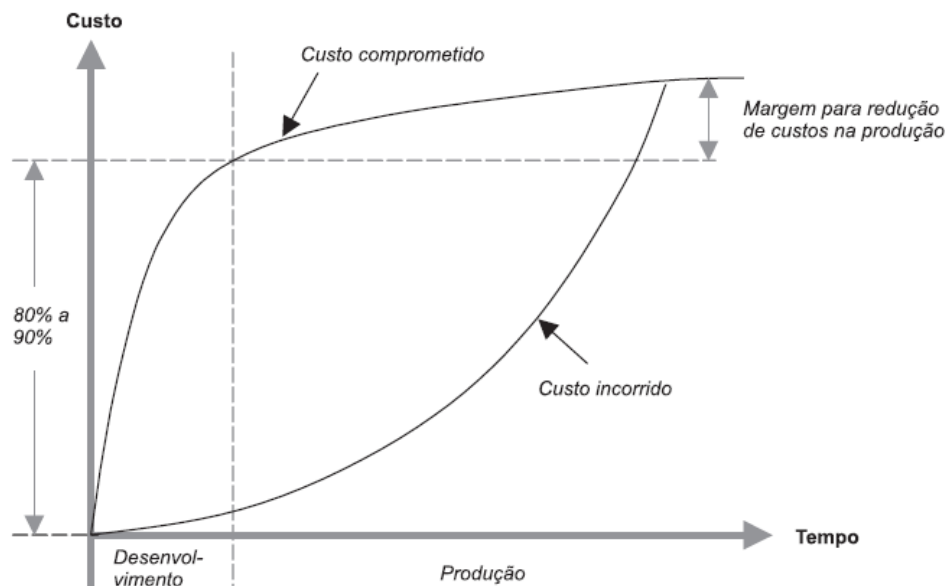


Gráfico 2 - Curva de comprometimento do custo do produto (ROZENFELD et al., 2006).

Back et al. (2008) também analisa os efeitos do projeto de produto sob uma ótica considerada mais atual, envolvendo conceitos de valor agregado, qualidade ou competitividade do produto. Back et al. (2008) ainda afirma que na atualidade a

competitividade dos produtos depende fundamentalmente da atividade de projeto, tendo em vista os seguintes fatos e como exemplifica o gráfico 3:

- De 70% a 90% do custo do ciclo de vida do produto já está comprometido com as decisões tomadas até o final do projeto do produto (apud Barton, 2001);
- O projeto conceitual de um produto deve ser bem elaborado desde o início, para evitar os elevados custos de modificações em estágios avançados do desenvolvimento (apud Huthwaite e Schneberger, 1992);
- A aplicação de metodologias ou procedimentos de desenvolvimento integrado do produto ou de engenharia simultânea têm apresentado consideráveis vantagens nos seguintes aspectos: redução de tempo de desenvolvimento do produto, redução de modificações do projeto e aumento da qualidade sob diversos aspectos.

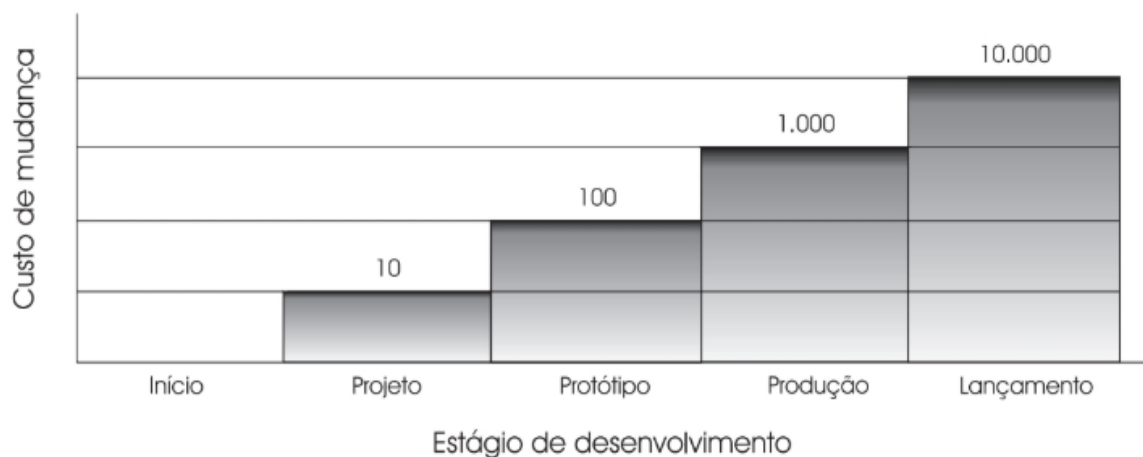


Gráfico 3 - Efeito de escala de custos de mudanças do produto nas diversas fases de desenvolvimento (Apud Huthwaite e Schneberger, 1992)

A partir dos dados apresentados, fica evidente que, exatamente na fase em que se tem o maior grau de incertezas, é quando se tomam as decisões mais impactantes no custo final de um produto. “Com o tempo, as incertezas vão diminuindo, de acordo com as decisões que vão sendo tomadas. Mas o fato

concreto é que é preciso tomar decisões importantes quando ainda se têm muitas incertezas” (ROZENFELD et al., 2006).

Portanto, conclui-se que o planejamento e o bom desenvolvimento de um projeto têm impacto direto na competitividade de uma empresa, visto que, os fatores influenciados por ele são determinantes no processo como um todo.

2.7 GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA DESENVOLVER PRODUTOS

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), historicamente se considerava que o sucesso das empresas no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos dependia principalmente de dois fatores: genialidade dos profissionais e do montante financeiro investido. Isto porque as incertezas, baixa previsibilidade e criatividade eram considerados como fatores inviáveis de se disciplinar ou estruturar e principalmente gerenciar. Porém casos de sucesso tem evidenciado que um fator extremamente importante para o bom desempenho do desenvolvimento de projetos, são os modelos e as práticas de gestão.

Conforme Almeida (2011), desenvolvimento de produtos são o conjunto atividades tais que a empresa irá realizar para conceber um produto. Desenvolvendo suas especificações técnicas, tanto do produto, quanto do processo de fabricação, incluindo materiais e procedimentos necessários até sua comercialização. Ainda segundo o autor, a necessidade de desenvolvimento deste produto deve estar alinhada aos planos estratégicos da empresa e estes direcionados pelas necessidades de mercado, ambiente tecnológico e ambiente competitivo. Rozenfeld et al (2006) também defende a integração do PDP (Planejamento de Produto) e sua gestão como um processo não isolado na empresa e que suas atividades dependem de várias áreas.

Para Vargas (2018), a principal vantagem do gerenciamento de projetos é sua versatilidade, seja em relação ao tamanho do projeto ou por sua flexibilidade da relação custo x qualidade. O gerenciamento pode ser aplicado a projetos de diferentes dimensões, de projetos pequenos até gigantes, de baixa ou alta complexidade e podendo ser ou não se alto custo.

Por exemplo, pode-se melhorar o custo de um produto em detrimento da sua qualidade ou ainda diminuir o tempo de execução do seu projeto em função da diminuição do escopo para o desenvolvimento deste produto. Para garantir objetivos de desempenho realistas e um gerenciamento satisfatório de um projeto, sugere-se que estes objetivos sejam definidos nos termos das pessoas que devem executá-lo (VARGAS, 2018, p72).

Segundo Rozenfeld et al (2006), dois processos são importantes para o enfoque da estruturação e gestão do desenvolvimento de produtos: O conceito do processo e o fluxo de informações do PDP. O primeiro é o conjunto de atividades realizadas em uma sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço com valor agregado para um grupo específico de pessoas ou empresas. O fluxo de informações auxilia na entrada e saída de informações e conhecimentos acerca das atividades presentes nos processos e no processo como um todo.

Cooper (1995, apud ALMEIDA, 2011) coloca que o gerenciamento do desenvolvimento de produtos é de tamanha importância, que representa um processo que separa vencedores de perdedores.

2.8 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NO AMBIENTE DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA

De acordo com Back et al. (2008), a engenharia simultânea (ES) pode se apresentar como uma filosofia, metodologia ou uma atividade de desenvolvimento de produto. Ainda segundo o autor, apesar dos diferentes empregos da ES, suas diretrizes devem ser entendidas para uma correta abordagem e aplicação no desenvolvimento de produtos, ou seja, os meios pelos quais a engenharia simultânea vai estar inserida nas atividades da empresa devem estar claros. Back et al. (2008) também afirma que a ES serve como uma metodologia a ser seguida no desenvolvimento integrado de produtos, partindo do ponto que suas diretrizes e formulações são similares ao que é entendido como metodologia.

A utilização do termo engenharia simultânea aparece na obra de diversos autores, como os seguintes apresentados por Back et al. (2008):

Smith (1997) - “A engenharia simultânea é um termo aplicado para uma filosofia de cooperação multifuncional no projeto de engenharia, a fim de criar produtos que sejam melhores, mais baratos e introduzidos no mercado mais rapidamente”.

Sprague, Singh e Wood (1991) - “A engenharia simultânea é uma abordagem sistemática para o projeto simultâneo e integrado de produtos e de processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Procura considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a concepção até o descarte, incluindo qualidade, custo, programação e requisitos dos usuários”.

Back e Ogliari (2000) consideram que existem diferentes elementos na ES, podendo ser eles princípios ou variáveis. Os princípios apresentados por Chiusoli e Toledo (2000), partem do pressuposto do: tratamento simultâneo de restrições de projeto; compartilhamento de conhecimentos associados ao projeto; consideração do ciclo de vida do produto. Além disso, deve-se considerar a qualidade do produto, o custo e o tempo de chegada até o mercado. Isto tudo focado nas preferências dos consumidores. Já as variáveis podem tomar diferentes formas a depender do projeto inserido e são as seguintes: Configuração da equipe de projeto; Paralelismo das atividades envolvidas no projeto; Envolvimento dos clientes no projeto; Utilização de ferramentas de apoio (BACK e OGLIARI, 2000).

A partir destas definições é possível se familiarizar com o termo engenharia simultânea e como ela está inserida no desenvolvimento integrado de produto. A figura 5 representa alguns princípios e variáveis inerentes a ES.



Figura 5 - Síntese dos principais elementos associados à engenharia simultânea (Back et al., 2008)

Para Romano (2003), a aplicação de conceitos de engenharia simultânea no desenvolvimento de produtos tem se mostrado uma alternativa que expressa ganhos e melhorias nos processos de variados setores. Para o autor, isto se deve ao paralelismo das atividades de projeto, o que resulta em menor tempo no desenvolvimento e maior interação dos envolvidos no projeto, reduzindo assim problemas durante a sua concepção e produção.

A engenharia simultânea apresenta benefícios tão grandes, que fica difícil imaginar, atualmente, a prática do processo de desenvolvimento de produtos puramente sequencial, principalmente considerando a alta competitividade existente no mercado mundial. (ROMANO, 2003, p. 52).

Já Clasusing (1995), citado por Romano (2003), explicita alguns benefícios decorrentes da implementação da engenharia simultânea, sendo estes: promover o desenvolvimento dos sistemas de produção e das áreas de apoio mais cedo que no processo sequencial; possibilitar uma análise integrada de diferentes áreas relacionadas ao produto; facilitar o entendimento do projeto; redução das modificações do protótipo.

Independente do autor, e analisando os contextos e benefícios apresentados, pode-se concluir que a ES procura meios adequados para desenvolver produtos, incluindo fatores como: elementos operacionais, a metodologia de projeto e a disciplina de gerenciamento de projeto (BACK et al., 2008). Ela também promove um paralelismo entre os setores envolvidos no projeto de produto, o que tem como consequência a maior agilidade no fluxo de informações e redução de falhas de comunicação e diminuição do número de alterações no projeto. Todos estes benefícios têm impacto direto na competitividade da empresa, pois como já foi explicitado por Back et al. (2008), fatores como tempo de produção, qualidade do produto e custo são determinantes para a sobrevivência e o sucesso de uma empresa no mercado.

2.9 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Um modelo apresentado por Rozenfeld et al. (2006) apresenta as etapas do desenvolvimento de produtos dividido três: pré desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Cada fase é seguida da entrega de um conjunto de resultados, que podem ser avaliados. Caso sejam aprovados, pode-se passar para a próxima etapa. O modelo chamado de Modelo Unificado de Referência (MUR) é apresentado na Figura 6:

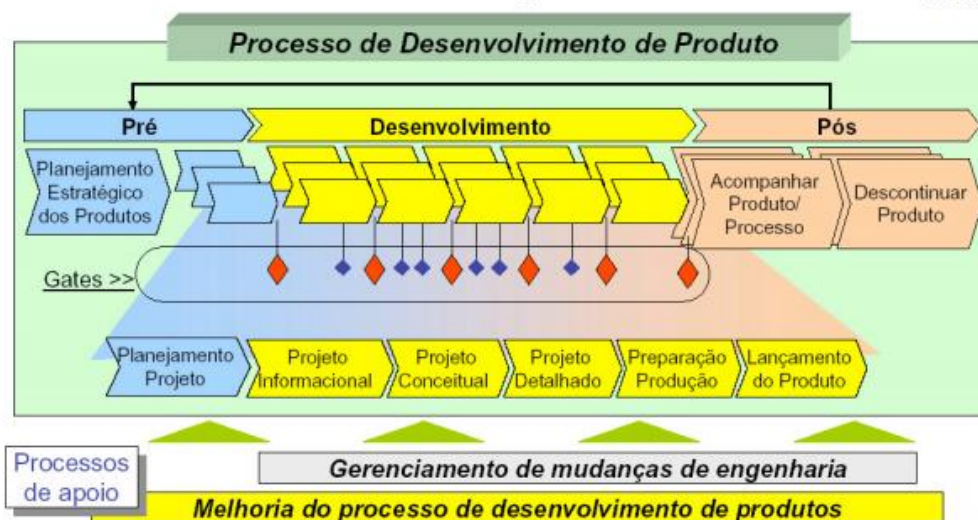


Figura 6 - Processo de Desenvolvimento de Produto (ROZENFELD et al. 2006).

No pré-desenvolvimento, é onde acontece o planejamento estratégico da organização, onde são determinadas as especificações iniciais do produto. No TAP (Termo de Abertura de Projeto), fica especificado quem são os interessados no projeto (Stakeholders), relacionando suas necessidades e limitações relativos ao produto. Neste termo são definidos o esboço do projeto, cronograma, orçamento, riscos, definição da equipe e data de entrega efetiva do produto ou projeto. Segundo Camargo (2016), concluído o termo ele deve conter:

- Justificativa do projeto – Porque o projeto deve ser feito.
- Objetivos – O que a organização pretende obter com ele;
- Produtos e principais requisitos - O produto é o que vai ser entregue e suas principais características e os requisitos as características que este precisa atender;
- Marcos ou Milestones - entregas mais importantes do projeto;
- Premissas - Suposições que acreditam ser verdadeiras no projeto;
- Equipe – Profissionais que vão integrar a equipe;
- Restrições - Limites que já são conhecidos e impactarão no projeto em termos de prazo e orçamento (Budget) ;
- Riscos – Mapeamento de riscos ;
- Orçamento - Estimativa ou limite de gasto para o projeto;

Com encerramento da etapa de planejamento, o encarregado do projeto deverá dar início a transição de fases, aprovando o Planejamento do Projeto e dando início a primeira etapa do desenvolvimento, a fase de Projeto Informacional. (ROZENFELD et al., 2006).

2.9.1 PROJETO INFORMACIONAL

Segundo Nickel et al (2010, p. 708):

Observa-se na literatura uma linha de procedimentos sistemáticos que envolvem as principais decisões de projeto de produtos quando o assunto é o levantamento e tratamento dos requisitos dos clientes. Geralmente essas atividades estão organizadas em uma fase de projeto denominada 'Projeto Informacional' (PI).

Seja no modelo descrito por Rozenfeld et al., ou nos modelos descritos por diversos autores como: Pugh (1990), Roozenburg e Eekels (1995), Baxter (1995), Pahl e Beitz (1996), Gomes Ferreira (1997), Fonseca (2000), Otto e Wood (2001), dentre outros, todos propõe as seguintes etapas para o projeto informacional: Identificação de requisitos dos clientes, conversão de requisitos dos clientes em requisitos do produto e obtenção das especificações do projeto.

Para Forcellini (2002), o início do projeto informacional é o problema que deu a origem a necessidade de desenvolvimento de um novo produto. O desenvolvimento desta tarefa, localizada na macrofase de Desenvolvimento de Produto, tem como objetivo desenvolver um conjunto de especificações de projeto o mais completo possível, ou seja, uma lista detalhada de objetivos que o produto deve atender. Estas especificações definirão as funções e propriedades do produto, além das restrições. Isto servirá para definir e orientar as tomadas futuras de decisões envolvendo este projeto além de guiar as etapas seguintes do desenvolvimento de projeto (NICKEL et al. 2010).

A Figura 7 exemplifica a entrada, como a ideia inicial do produto, seguida das etapas presentes no projeto informacional, sempre assistida por métodos e ferramentas de projeto, e a saída que são as especificações de projeto.

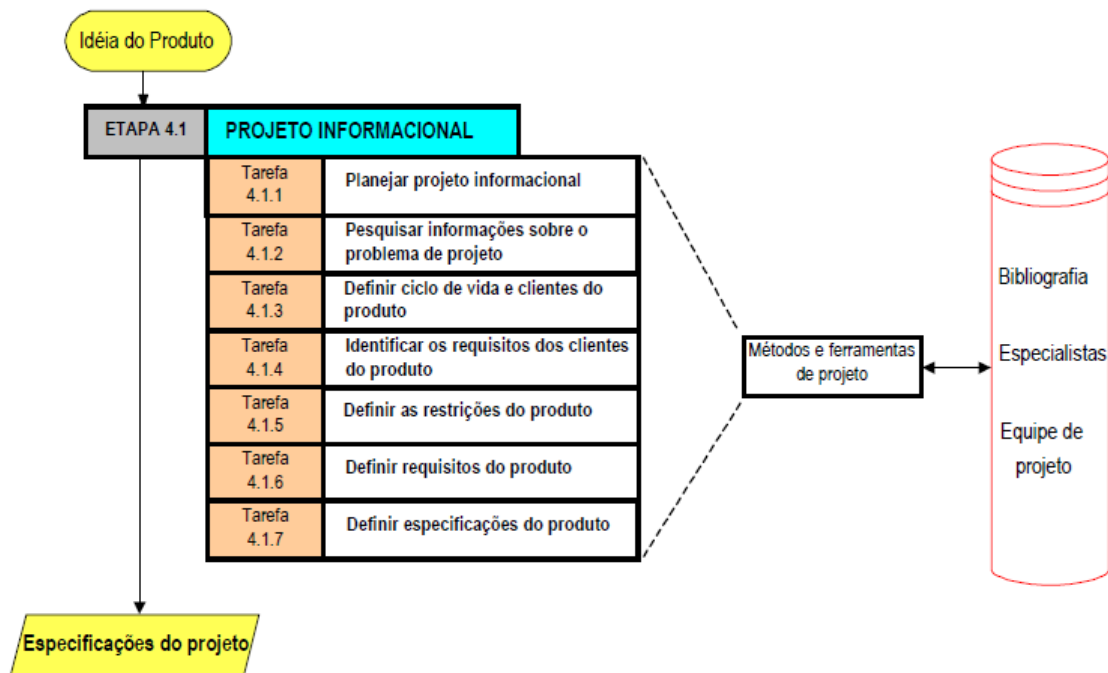


Figura 7 - Projeto Informacional (FORCELLINI, 2002)

A primeira etapa da figura 7 é a de planejamento do projeto informacional e ela deve seguir a ordem apresentada.

Como já foi mostrado no item 2.3 desta monografia, cada produto tem o seu ciclo de desenvolvimento (BACK et al., 2008), a figura apresentada por Fonseca (2000) facilita a compreensão das fases em que o projeto se encontra e sua interação entre os envolvidos, sejam os setores de consumo, setores produtivos, ou setores de mercado.

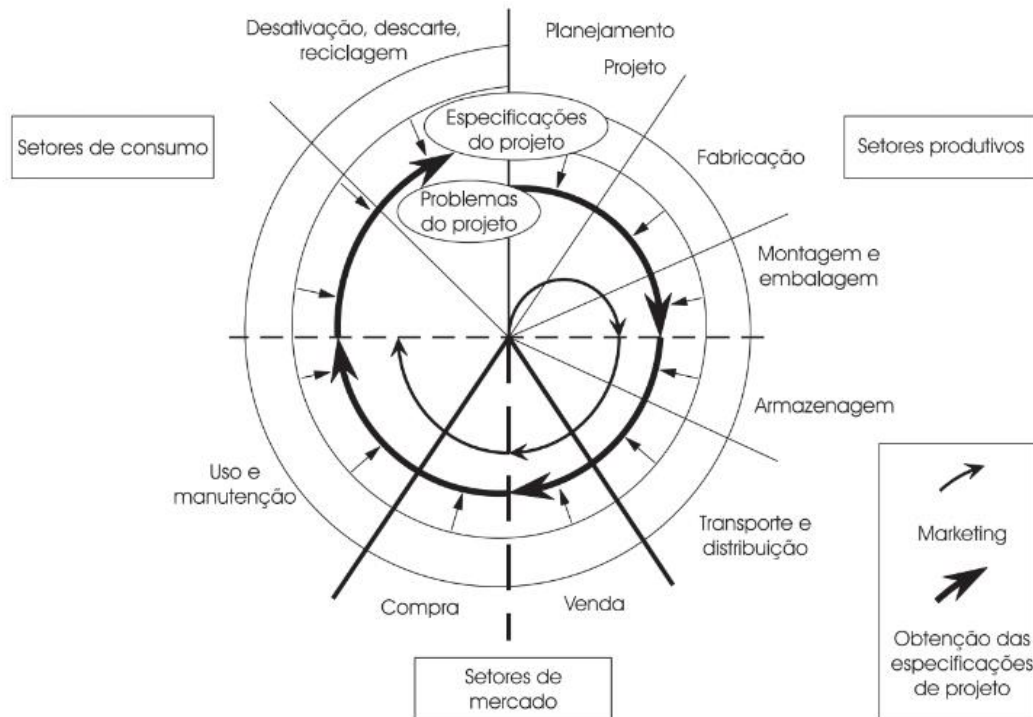


Figura 8 - Espiral do desenvolvimento (adaptado de Fonseca, 2000).

Na espiral é possível identificar o contato da equipe de marketing com o mercado e usuários, além do contato da equipe de desenvolvimento com os usuários que atuarão nestas fases do ciclo de vida do produto através das fases do modelo integrado de produtos. (BACK et al., 2008).

Visualizar a interação entre os envolvidos em cada fase do ciclo de vida do produto é de grande valia para o PDP, visto que, fornece uma visão amplificada do processo geral, facilitando tomadas de decisões e definição de atributos relacionados às diferentes fases do ciclo. Tais definições podem ser características físicas, formatos, materiais ou até processos de fabricação. (RONZENFELD, 2006).

De posse da definição do ciclo de vida e dos clientes do produto, são identificados os requisitos destes clientes e do produto.

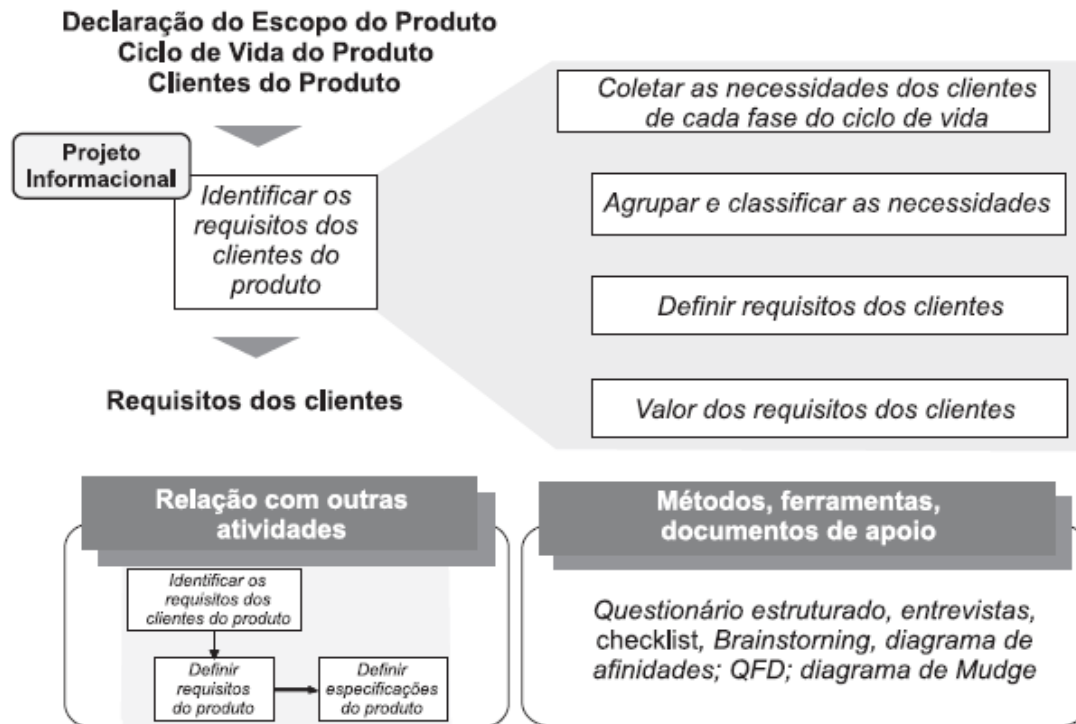


Figura 9 - Tarefas da atividade “Identificar os requisitos dos clientes do produto” (ROZENFELD et al, 2006).

Para Back et al. (2008), quem define a qualidade de um produto são os usuários, ou seja, o produto deve atender as necessidades dos clientes por um preço adequado. Para atingir este objetivo existem ferramentas que auxiliam na delimitação das necessidades de cada usuário, sendo alguns destes:

Brainstorming: Traduzindo livremente, “tempestade de ideias”, é um método simples que reúne um grupo de pessoas para discutir sobre um tema livremente, sem críticas ou intervenções. O método se baseia no princípio de que, quanto mais ideias e informações, melhor. “O propósito dessa ferramenta é lançar ideias e detalhá-las sem inibições, busca-se a diversidade de opiniões e contribui para o desenvolvimento das equipes” (LUZ, 2010).

Benchmarking: Consiste na análise das melhores técnicas e processos existentes no mercado, através da comparação de produtos, práticas ou metodologias, absorvendo algumas destas características para melhorar o desempenho. (BAXTER, 2011). De acordo com Boone e Kurtz (2009), citado por Luz, D. (2016) a ideia principal do *benchmarking* é estabelecer metas, prioridades e

padrões de desempenho que tenham como resultado benefícios competitivos. Ele envolve três atividades: Identificar processos de fabricação que possam ser melhorados; comparar processos internos; programar melhorias de qualidade.

Existem ainda os métodos mais diretos para se identificar os requisitos dos usuários, Back et al. (2008), por exemplo menciona as entrevistas diretamente com estes usuários, incluindo gravações e transcrições das informações adquiridas.

Tendo definidos os requisitos dos clientes e do produto, Back et al. (2008) cita uma ferramenta chamada: Método do desdobramento da função qualidade ou QFD (Quality Function Deployment). Este método não é utilizado para determinar as necessidades, mas sim para visualizar o que foi levantado nos métodos anteriores. Ele é utilizado como forma de priorizar os requisitos de cliente e projeto, transformando estas informações em especificações do produto. Esta que a última fase do projeto informacional descrito por Forcellini (2002).

Back et al. (2008) explica o desenvolvimento das matrizes: deve-se analisar os requisitos dos clientes em comparação com os requisitos do produto. Isto é feito arbitrando os graus de relacionamentos, variando de 0 a 5, sendo zero, relacionamento inexistente ou nulo e cinco, forte relacionamento. Com o preenchimento desta matriz, deve-se dar valor de importância aos requisitos de qualidade, uma maneira de fazer isso é multiplicar o valor do cliente pelo grau de relacionamento, somando o resultado para cada requisito do projeto, presente na matriz. O resultado da QFD são valores mensuráveis, de razoável confiabilidade e prontos para serem utilizados no processo de tomada de decisões. (FORCELLINI, 2002).

As Figuras 10 e 11, apresentadas por Rozenfeld et al. (2006), demonstram a estrutura do QFD e a comparação das suas etapas com as fases do projeto informacional.

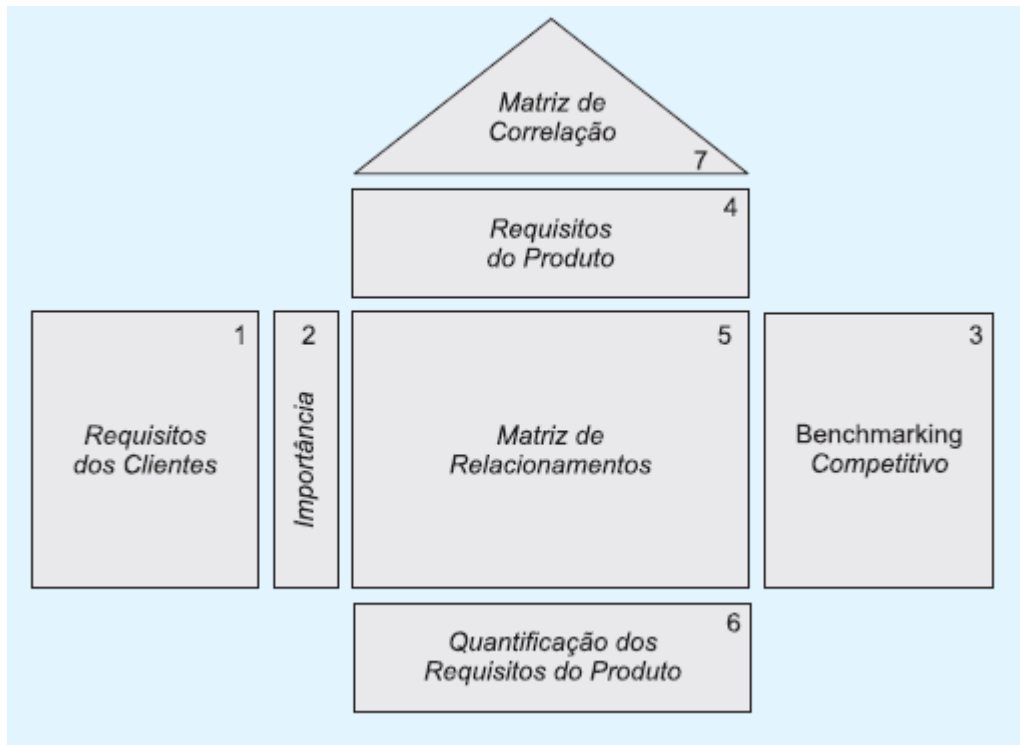


Figura 10 - Matriz da Casa da Qualidade do QFD. (ROZENFELD et al., 2006)

Capítulo	Campo do QFD	Atividades da fase de Projeto Informacional
1	Requisitos dos clientes	Identificar os requisitos dos clientes do produto
2	Importância dos requisitos	
3	<i>Benchmarking</i> com produtos dos concorrentes	
4	Requisitos do produto	Definir os requisitos do produto
5	Correlação entre requisitos dos clientes e requisitos do produto	
6	Quantificação dos requisitos do produto (valor-meta)	Definir especificações-meta do produto
7	Correlação entre os requisitos do produto	

Figura 11 - Comparação entre os Campos e as Atividades da Fase de Projeto informacional (ROZENFELD et al., 2006)

Para concluir a fase de projeto informacional, as informações obtidas durante o processo são submetidas a uma avaliação. Caso a aprovação seja positiva, pode-se dar progresso para a fase seguinte. O monitoramento do progresso do projeto é realizado simultaneamente às tarefas da fase. (BACK et al. 2008). A saída final

desta etapa é um documento formal e aprovado, define os objetivos do produto de modo a atender os requisitos do cliente. (ROMANO, 2003).

2.9.2 PROJETO CONCEITUAL

Para Forcellini (2002) a etapa do projeto conceitual é a mais importante no desenvolvimento de um projeto. Ele explica que as decisões tomadas nesta fase, tem grande influência nos resultados das fases seguintes. A equipe de projeto tem como objetivos para esta etapa, desenvolver variadas soluções para o problema apresentado, ou seja, criar possibilidades de comparação entre soluções como forma de chegar a melhor concepção para o produto (BACK et al., 2008)

Na figura (), pode-se observar as fases presentes em um projeto conceitual segundo Forcellini (2002).

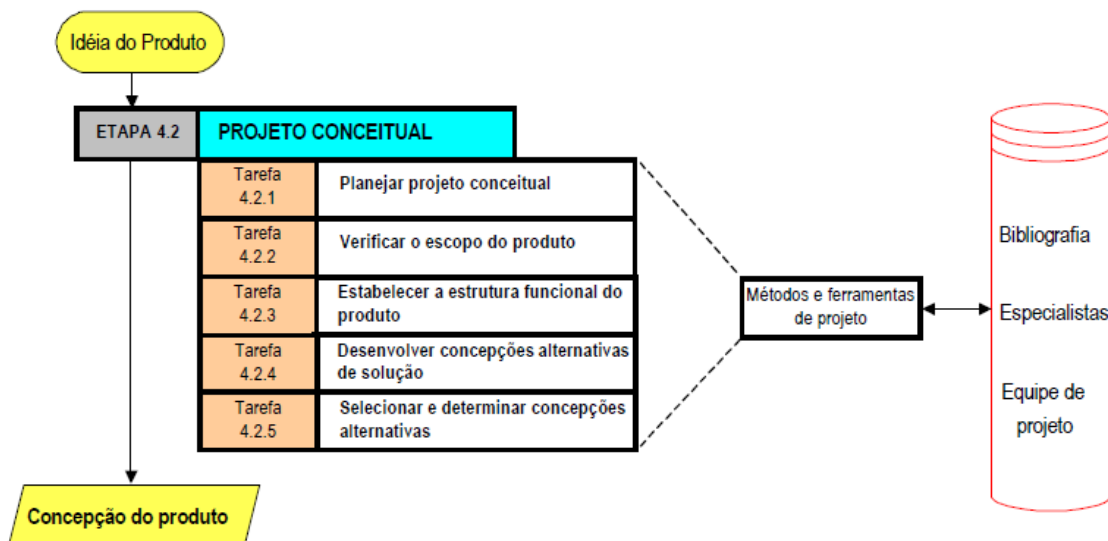


Figura 12 - Projeto Conceitual (FORCELLINI, 2002)

Segundo os autores Back et.al (2008), Rozenfeld et al. (2006) e Forcellini (2002), a primeira etapa a ser realizada é a de análise funcional, ou seja, deve-se formular o problema a partir das funções que o produto deve realizar. A função

global do projeto é a definida na etapa de projeto informacional e suas outras funções são desdobramentos dela, como mostra a figura.

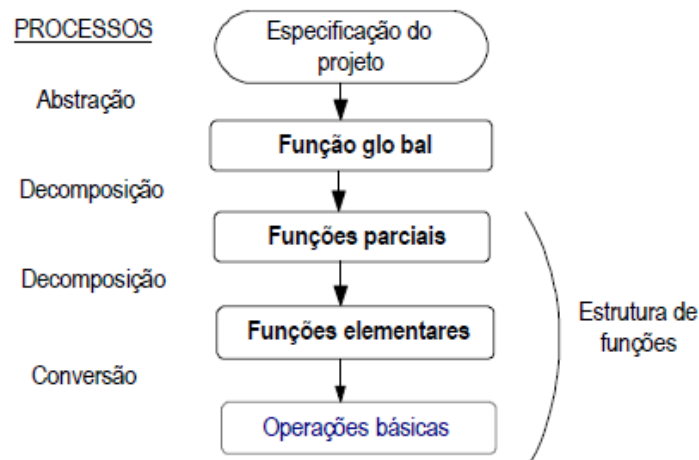


Figura 13 - Tarefas presentes na análise funcional (FORCELLINI, 2002)

Rozenfeld et al. (2006) apresenta um esquemático que facilita a visualização da função global a partir de entradas e saídas (energia, material e sinal). Sendo material: cor, massa, condições, formas. O sinal é a forma física na qual as informações são transportadas e a energia é a forma de transporte ou transformação destas informações de material e sinal. Isto será útil na próxima etapa, que é a decomposição da função global em funções parciais e elementares, como mostra a figura .

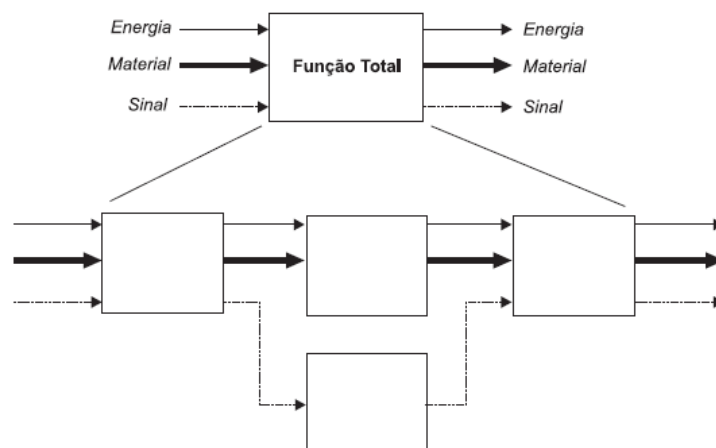


Figura 14 - Esquemático da Função Total e desdobramentos (ROZENFELD et al., 2006)

Tendo definidas as estruturas e funções do produto a próxima etapa é a definição de caminhos e ideias para estas soluções. Para isso existem alguns métodos na literatura para busca por soluções, que podem ser empregados:

Métodos utilizados na busca por princípios de solução.	
CLASSIFICAÇÃO	MÉTODO
Convencionais	Pesquisa bibliográfica; Análise de sistemas naturais; Análise de sistemas técnicos existentes; Analogias; Medições e testes em
Intuitivos	Brainstorming; Método 635; Método Delphi; Sinergia; Analogia direta; Analogia simbólica; Combinação de métodos, Lateral Thinking
Discursivos	Estudo sistemático de sistemas técnicos; Estudo sistemático com o uso de esquemas de classificação; Uso de catálogo de projeto; TRIZ - teoria da solução de problemas inventivos; Método da matriz morfológica

Quadro 1 - Métodos utilizados na busca por princípios de solução. (Adaptado de FORCELLINI, 2002)

Sendo assim estes métodos podem ser adaptados e utilizados em conjunto, como no caso da síntese funcional, a qual serve para desenvolver o desdobramento do problema (ROZENFELD et al., 2006). Ela é empregada para dar suporte ao processo de transformação e desdobramento dos elementos de um sistema técnico, ou seja, no caso do desenvolvimento de produtos, estes elementos são as funções básicas. (HOFFEMEISTER, 2003). A outra metodologia aplicada em conjunto é a matriz morfológica, a qual se baseia nas definições da síntese funcional, ou outra ferramenta, para se criar alternativas para solucionar os problemas do projeto. A partir de parâmetros definidos anteriormente a matriz permite a visualização das funcionalidades do produto e permite a definição de meios alternativos ou combinações que atendam tais funcionalidades (ROZENFELD et al., 2006).

A figura representa o cruzamento entre as funções apresentadas e as soluções possíveis. As setas indicam os conjuntos de soluções para a concepção do produto.

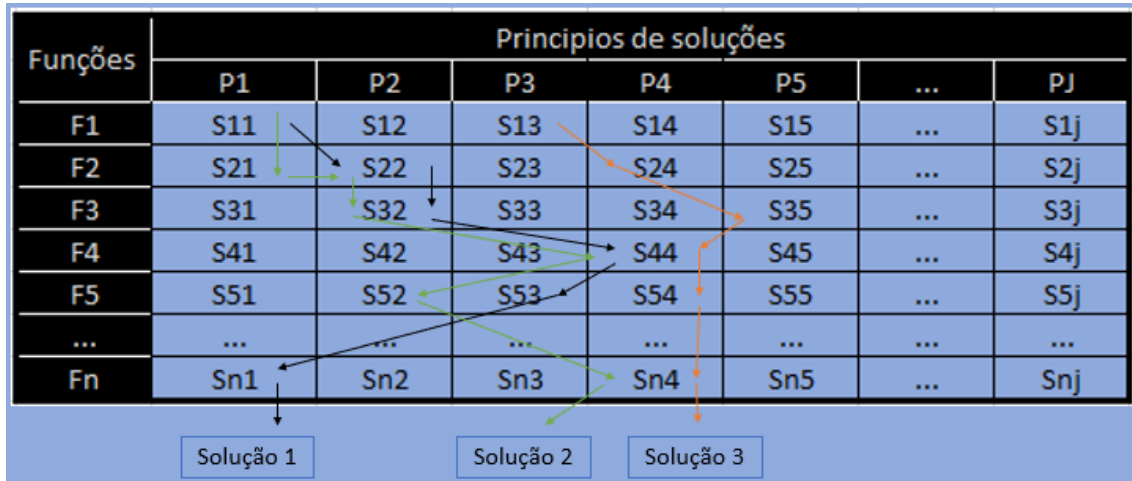


Figura 15 - Matriz morfológica e a combinação de princípios de solução. (Adaptado de ROZENFELD et al., 2006)

Tendo as informações de qual o melhor caminho para se seguir, independente do conceito a escolhido, a ponto principal do projeto conceitual é possuir detalhes o suficiente para que a ideia funcional do produto seja assegurada (BOLGENHAGEN, 2003).

A partir desta ideia pode-se utilizar ferramentas CAD, como o SolidWorks, para a criação de um protótipo, estas ferramentas são utilizadas tanto do projeto conceitual, quanto do projeto detalhado. Este protótipo servirá como base para definição do leiaute inicial, BOM⁵ inicial, desenhos, tudo isto com base nas diretrizes obtidas a partir das ferramentas de busca de soluções (ROZENFELD et al., 2006).

Por último as informações adquiridas no projeto conceitual são registradas submetidas a uma avaliação, caso a aprovação seja positiva, pode-se dar progresso para a fase seguinte, O monitoramento do progresso do projeto é realizado simultaneamente às tarefas da fase. (ROZENFELD et al., 2006). A saída final desta etapa é um documento formal e aprovado da concepção do equipamento, de modo que este atenda as especificações e requisitos dos clientes (ROMANO, 2003).

⁵ BOM: do Inglês Bill of Materials, lista de materiais (ANDRADE, 2008).

2.9.3 PROJETO DETALHADO

Concluída a fase do projeto conceitual pode-se dar início ao projeto detalhado, para FORCELLINI (2002) E ROZENFELD et al. (2006), o projeto detalhado é a fase posterior ao projeto conceitual, cujo objetivo é desenvolver as especificações do produto, para que este seja mandando para manufatura. É nela que se obtém a documentação detalhada das especificações e dos caminhos definidos nas fases anteriores.

Pode existir uma outra fase após o projeto conceitual, e antes do detalhado, esta fase é chamada de projeto preliminar. Segundo Pahl & Beitz (1996), conforme Rozenfeld et al. (2006), é nesta etapa que o produto é desenvolvido a partir das definições do projeto conceitual e em seguida é levado a produção no projeto detalhado. Porém segundo o próprio autor, com a utilização de sistemas CAD, integrados na etapa de projeto conceitual, a formalização desta etapa não se faz tão necessária quanto antes. Porém a depender do tamanho e complexidade do projeto pode se utilizar dela, para obter-se um número maior de informações sobre o produto.

Dentro do projeto detalhado existem 3 ciclos, que se interceptam: Ciclo de detalhamento, ciclo de aquisição e ciclo de otimização. O ciclo de detalhamento se caracteriza pelo desdobramento do produto em sistemas, subsistemas e componentes, para depois os unir. À medida que este ciclo avança, é acionado o ciclo de aquisição, o qual envolve a escolha de fornecedores, decisões do tipo comprar ou fazer (*make or buy decision*) e define custos e preços. O ciclo de otimização ocorre também durante o ciclo de detalhamento, é quando são construídos e testados protótipos, se previstos no projeto. Caso seja necessário, este pode passar por melhorias, realizando um novo ciclo de detalhamento. (ROZENFELD et al., 2006).

A figura () apresenta as etapas desta fase segundo Forcellini (2002), ele demonstra o processo a partir de uma ideia do produto, de um conceito, até a saída final, que o projeto do produto e do processo.

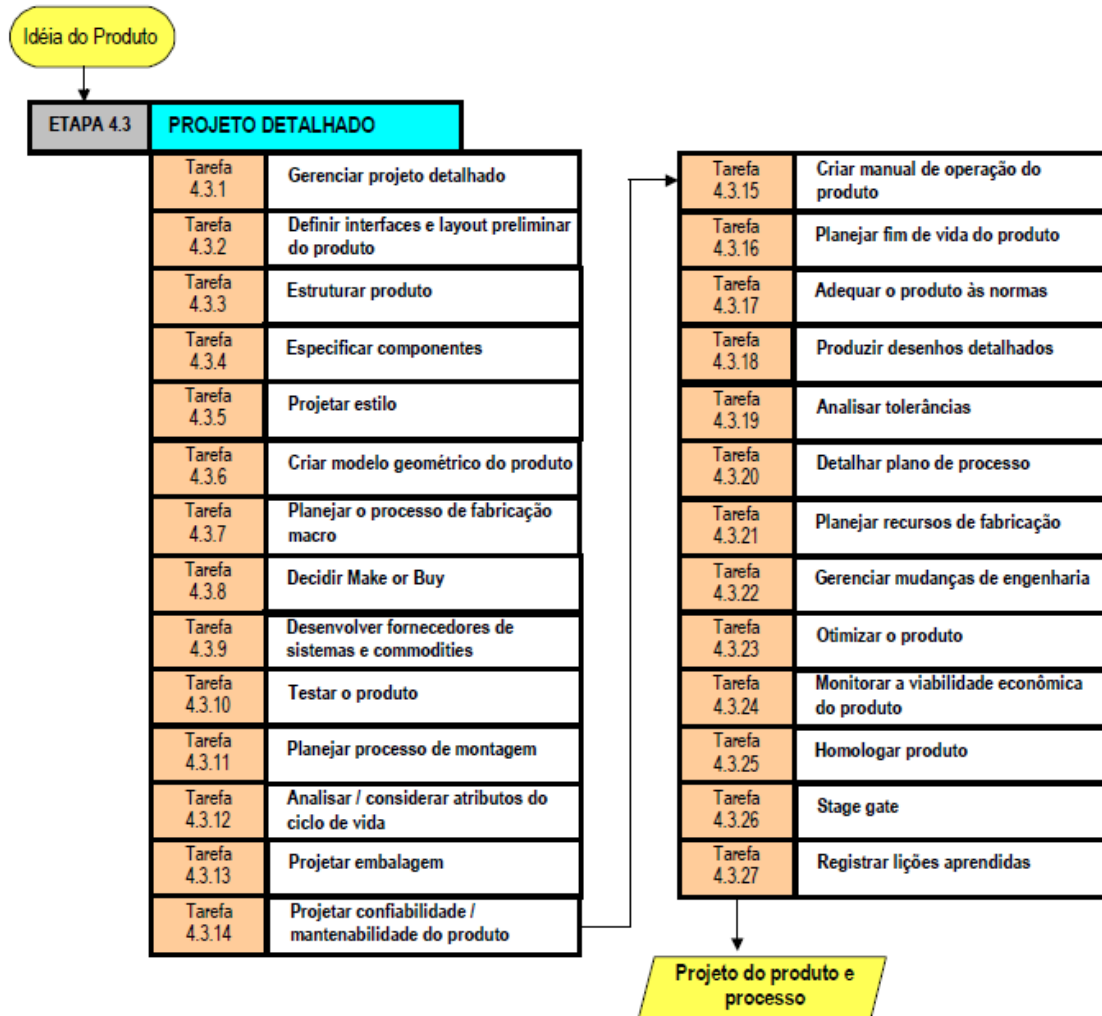


Figura 16 - Projeto Detalhado (FORCELLINI, 2002)

A primeira tarefa a se cumprir é a definição do leiaute do produto, ou seja, a disposição física dos elementos presentes no produto, estes que foram definidos no projeto conceitual CORAL et al. (2009). Uma disposição inicial já havia sido criada na fase anterior, porém é nesta que ela é definida completamente para ser mandada para produção (ROZENFELD et al., 2006).

Partindo do leiaute, e com auxílio de ferramentas CAD, é possível determinar a compatibilidade espacial, as dimensões e formatos dos componentes e suas tolerâncias, especificar materiais, tudo isto com base em normas e procedimentos padronizados conforme cada necessidade. Ainda com auxílio do CAD, é possível se criar os desenhos técnicos e os BOMs (FORNCELLINI, 2002).

Paralelo as outras fases do projeto detalhado ocorre o desenvolvimento de fornecedores, ou seja, a empresa ou parceiro que irá fornecer algo necessário para o projeto. Alguns componentes só poderão ser adquiridos após a finalização dos desenhos técnicos, como é o caso de peças usinadas ou fabricadas por encomenda. Outra etapa que é realizada em paralelo é o projeto da montagem do equipamento, que se desenvolve à medida que são definidos parâmetros do produto. (ROZENFELD et al., 2006).

Tendo elaborado as informações sobre a produção do produto, devem ser definidos alguns itens como a embalagem para transporte (ROZENFELD et al., 2006) e procedimentos como os de manutenção do equipamento, além da elaboração de um manual de funcionamento e utilização (CORAL et al., 2009).

Com a documentação incluindo as informações fundamentais do produto, dá-se início a fase de revisão do produto, onde são realizados testes e comparações para avaliar o desempenho do projeto e do produto (CORAL et al., 2009). Se necessário podem ser realizadas modificações no produto, a fim de corrigir erros não previstos na fase de projeto, ou de melhorar algum aspecto de seu funcionamento (ROZENFELD et al., 2006).

A etapa final do projeto detalhado é de registro das lições aprendidas na etapa de projeto e compartilhamento com a empresa (CORAL et al., 2009). Além disso alguns aspectos relacionados ao projeto são revisados: os requisitos dos clientes estão atualizados e suas mudanças foram consideradas no projeto detalhado? ; os requisitos de aceitação do produto estão formalizados para as próximas fases? ; Todos os documentos necessários foram criados e aprovados ; O sistema de gerenciamento dos documentos está operante e aprovado ; Todos os parceiros já estão definidos e com cronogramas de fornecimento compatíveis com o planejamento de lançamento do produto (ROZENFELD et al., 2006). Estando tudo de acordo com o esperado, pode-se dar seguimento para a produção do produto.

2.10 METODOLOGIA ÁGIL PARA GESTÃO E PLANEJAMENTO DE PROJETOS (METODOLOGIA SCRUM)

A metodologia ágil para gerenciamento de projetos surgiu a partir do encontro de dezessete profissionais do desenvolvimento de software, que juntos criaram o Aliança Ágil, dando origem ao Manifesto Ágil no ano de 2001. (Ambily, 2011, apud Date et al., 2016). Este grupo definiu valores para as metodologias ágeis, sendo eles: indivíduos e interações frente processos e ferramentas; software funcionando frente a extensa documentação; colaboração dos clientes frente negociação em contratos; respostas às mudanças frente seguir um plano. Sendo os itens em negrito os mais importantes. (Albino et al. 2014).

O método Scrum surgiu com o objetivo de definir um processo de desenvolvimento de projetos focado nas pessoas da equipe, segundo seus três idealizadores : Mike Beedle, Ken Schwaber e Jeff Sutherland.(Carvalho et al. 2012).

Sutherland e Schwaber (2013, p. 3.) Scrum é:

Um framework dentro do qual pessoas podem tratar e resolver problemas complexos e adaptativos, enquanto produtiva e criativamente entregam produtos com o mais alto valor possível.

Para os autores Sutherland e Schwaber (2013), ele é um framework⁶ que possibilita a utilização de variados processos ou técnicas e se mostra eficaz na criação de produtos complexos. Dentro dele é possível a utilização de diversas técnicas e processos que vão variar a depender do contexto em que ele está inserido. O Scrum tem sua base em teorias empíricas de controle de processo, ou seja, o conhecimento adquirido vem através da experiência e as decisões devem ser baseadas nisto. O Scrum fornece uma abordagem que possibilita a previsão e controle de riscos (SUTHERLAND E SCHWABER, 2013).

⁶ O framework é um conjunto de classes que colaboram entre si proporcionando melhores práticas de desenvolvimento e diminuição à repetição de tarefas. Além disso, evita variações de “soluções diferentes para um mesmo tipo de problema (SANTOS e CARVALHO, 2015).

2.10.1 PILARES DO SCRUM

Segundo Schwaber (2009), o Scrum, por ser um processo empírico está baseado em três pilares:

O primeiro pilar é a transparência: A transparência tem a função de garantir que aspectos relativos ao processo estão claros e visíveis para aqueles responsáveis por gerir o projeto. Além disso ele garante que aspectos devem ser definidos a fim de manter um padrão para todos os envolvidos, isso servirá para se garantir um mesmo juízo para todos os observadores.

O segundo pilar se refere a Inspeção: A inspeção é comum durante a aplicação do Scrum, ou seja, as tarefas devem sempre ser supervisionadas, a fim de detectar variações indesejadas nos processos. Isto deve ser feito de maneira planejada e organizada para que as inspeções não interfiram nas próprias tarefas.

O terceiro e não menos importante é a adaptação: Este pilar parte do pressuposto que, se uma tarefa ou aspecto relacionado ao projeto está fora dos padrões ou dos limites desejados, e isto terá como consequência um produto fora do esperado, ela deverá ser ajustada o mais rápido possível.

Dentro dos pilares básicos Sutherland e Schwaber (2013), descrevem quatro Eventos Formais que devem ser seguidos para a correta utilização do Scrum, sendo eles:

- Reunião de planejamento da Sprint⁷
- Reunião diária
- Reunião de revisão da Sprint
- Retrospectiva da Sprint

O Framework Scrum é formado por: times Scrum e com seus papéis determinados, Eventos com duração fixa (Time-Boxes), Artefatos e Regras (SCHWABER, 2009).

⁷ A Sprint é uma iteração. Sprints são eventos com duração fixa. (SCHWABER, 2009)

Tendo como base os pilares apresentados o Scrum tem início em um ciclo que parte do produto como objetivo do projeto, assim como atender as necessidades do cliente (SABBAGH, 2013 apud RAMOS e JUNIOR, 2017). Seguidamente é criado o plano que define a evolução do produto ao longo do projeto através de metas e de uma linha do tempo. Em seguida vem a definição de quem participará do projeto e é criada uma lista do que se espera que seja produzido das funcionalidades do produto ao longo do tempo. Depois de concluídas estas etapas, dá-se início aos ciclos de iteração do projeto conforme a Figura () (RAMOS e JUNIOR, 2017).

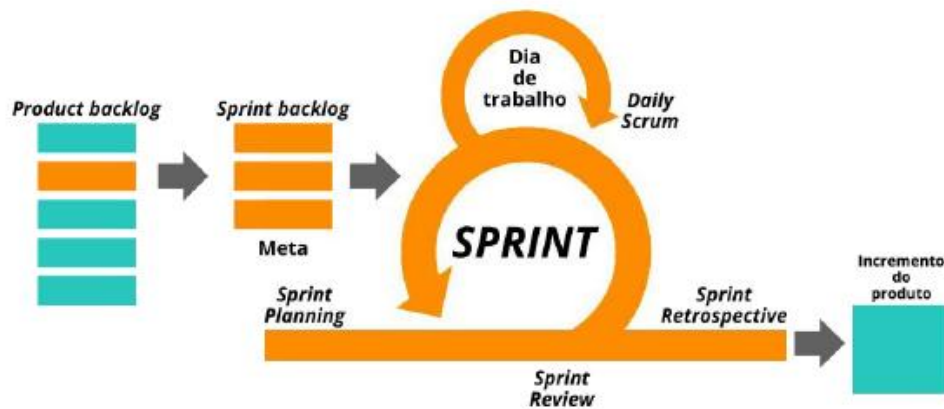


Figura 17 - Ciclo do Scrum (RAMOS e JUNIOR, 2017 adaptado de SABBAGH, 2013).

2.10.2 PAPÉIS DO TIME SCRUM

Schwaber (2009), define que os Times Scrum são elaborados com a intenção de otimizar a flexibilidade, criatividade e produtividade por isto eles são auto organizáveis e multifuncionais. Por serem multifuncionais estes times possuem todos os requisitos para se complementarem sem depender de outros que fazem parte da equipe. Além disso os Times Scrum possuem obrigatoriamente três funções ou papéis segundo Sutherland e Schwaber (2013):

O **ScrumMaster** – É o responsável por garantir a clareza, ou seja, que o processo fique transparente, também que ele vai ser seguido conforme o que foi

definido. Além disso é o encarregado de treinar o Time Scrum para que este se torne mais produtivo e tenha resultados com melhor qualidade. Isto é feito com a adoção de conceitos como autogerenciamento e interdisciplinaridade. Apesar destas funções o Scrum master não gerencia o Time Scrum, este se auto organiza.

Product Owner – É o encarregado pela gerência do Backlog do produto⁸, e de maximizar o valor do produto e do trabalho dos times. Além de gerir o Backlog do produto ele também é responsável por garantir que este esteja visível e claro para todos os envolvidos, deixando claro as prioridades e o que deve ser trabalhado primeiro com objetivo de alcançar melhor as metas definidas e comprimir as missões.

Os Times Scrum - Esses times são desenvolvedores interdisciplinares e auto organizáveis, eles são responsáveis por transformar o Backlog do Produto em incrementos⁹, ou seja, tendo como referência um requisito, transformá-lo em um produto utilizável, algo que possa ser entregue em cada Sprint. Por se tratar de equipes interdisciplinares, todos os integrantes devem contribuir de alguma maneira, mesmo que isso requeira adquirir novas habilidades, isto resulta em uma maior interação entre a equipe. As funções dos times só podem ser executadas por integrante dos times, pessoas como o ScrumMaster, não podem criar incrementos por exemplo. O tamanho ideal para um time é de cinco, mais ou menos duas pessoas.

2.10.3 EVENTOS SCRUM

⁸ O Backlog do Produto é uma lista ordenada de tudo que deve ser necessário no produto, e é uma origem única dos requisitos para qualquer mudança a ser feita no produto (SUTHERLAND E SCHWABER 2013).

⁹ O incremento é a soma de todos os itens do Backlog do Produto completados durante a Sprint e o valor dos incrementos de todas as Sprints anteriores produto (SUTHERLAND E SCHWABER 2013).

Sutherland e Schwaber (2013) descrevem os eventos presentes no Scrum como Time-Boxed¹⁰, sendo eles Reunião de Planejamento da Versão para Entrega, a Sprint, a Reunião de Planejamento da Sprint, a Revisão da Sprint, a Retrospectiva da Sprint e a Reunião Diária. Estes eventos são utilizados como forma de organizar a e criar uma rotina, reduzindo as reuniões fora do planejamento.

- a) Sprint - As Sprints são eventos utilizados para a realização de algo, com tempo definido, que pode ser de uma, duas ou no máximo um mês. As Sprints garantem o acompanhamento e adaptação das etapas do projeto, o que reduz a chance de erros aumentando assim a eficiência. Na composição de uma Sprint existe a Reunião de Planejamento da Sprint, Reuniões Diárias, Trabalho de Desenvolvimento, uma Revisão da Sprint e a Retrospectiva da Sprint. Em cada Sprint já se sabe o que deve ser construído, um plano projetado flexível para guiar esta construção, o trabalho e o resultado a ser obtido.(SUTHERLAND E SCHWABER, 2013)
- b) Reunião de Planejamento da Sprint - Tudo que irá ser realizado nas sprints é definido e planejado a partir desta reunião. Ela conta com a presença de todo o Time Scrum e tem um time-box que não pode exceder oito horas, a depender do horizonte da sprint (SCHWABER, 2009). Nele o ScrumMaster tem de garantir que fique claro para todos os envolvidos o intuito do evento, além de garantir que tudo ocorra dentro do tempo estipulado. O foco objetivo principal da Reunião de Planejamento do Scrum é responder a duas perguntas: O que pode ser entregue como resultado do incremento da próxima Sprint? ; Como o trabalho necessário para entregar este incremento será realizado? Normalmente as reuniões são divididas em duas partes, a primeira responderá a primeira pergunta e a segunda para responder a outra. Tudo isto é orientado pelo Product Owner, que deverá orientar quais as prioridades no projeto e no Backlog do projeto .(SUTHERLAND E SCHWABER, 2013).
- c) Revisão da Sprint – A reunião de revisão da Sprint ocorre logo após a Sprint, ela ocorre de maneira informal e deve durar no máximo quatro horas (SCHWABER, 2009). Com o decorrer da reunião os envolvidos

¹⁰ São eventos de duração fixas, não podendo diminuir nem aumentar seu tempo de duração Sutherland e Schwaber (2013).

discorrem do que foi discutido na reunião, quais as mudanças realizadas no Backlog do Produto e quais os próximos passos. Nesta etapa são discutidos também prazos e velocidade das entregas. (SCHWABER, 2009).

- d) Retrospectiva da Sprint – Tendo finalizado a revisão da Sprint o evento seguinte é a Retrospectiva da Sprint. Ela tem duração fixa de três horas e é liderada pelo ScrumMaster, que auxilia o time com a revisão das práticas e processos da metodologia no desenvolvimento do projeto. Nesta etapa podem ser utilizadas ferramentas de retrospectiva como forma de melhorar a eficiência da reunião.(SUTHERLAND E SCHWABER, 2013).
- e) Reunião Diária – São realizadas reuniões diárias de 15 minutos chamadas de Reunião Diária. São realizadas no mesmo local e horário todos os dias, servem para melhorar a comunicação entre a equipe e é onde são passadas as atualizações referentes ao projeto (SUTHERLAND E SCHWABER, 2013).

2.11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente revisão bibliográfica, foram apresentados e discutidos conceitos do processo de desenvolvimento de produtos, foi evidenciado a importância da função projeto e do gerenciamento de projetos para as empresas, além da ligação direta entre competitividade e a qualidade do projeto. Foi analisado o impacto das etapas do projeto integrado de produtos na competitividade através das decisões relacionadas principalmente no início do projeto, quando existe o maior número de incertezas. Além disso, ferramentas e metodologias e documentos foram adaptadas para cada etapa do desenvolvimento de produto, com a intenção de direcionar e facilitar seu progresso. As ferramentas foram escolhidas a partir de parâmetros como: facilidade de utilização, familiaridade da empresa com tais ferramentas, tempo para o resultado. Por último foi explorada uma metodologia para gerenciamento de projetos que, a partir de sua estrutura de tarefas, acrescenta dinamismo e acelera este gerenciamento.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 INTRODUÇÃO

Este estudo de caso corresponde ao desenvolvimento pela empresa ALGETEC de um HELIODON : uma bancada didática para estudo do movimento aparente do sol.

Será descrito o contexto deste desenvolvimento, aplicando os conceitos apresentados no referencial teórico, de projeto integrado de produto, gestão de projeto de produto aplicando-se a ferramenta Scrum para desenvolvimento ágil de projetos.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O estudo de caso aqui presente é resultado de um projeto desenvolvido na empresa ALGETEC – Tecnologia Indústria e Comércio LTDA, a qual o autor desta monografia é estagiário de projetos. Ela consiste no desenvolvimento de um HELIODON, um equipamento didático para o estudo da trajetória solar e da formação de sombras através da incidência dos raios solares.

A ALGETEC trabalha no ramo de Educação, fornecendo soluções para ensino de engenharia, saúde, entre outros, em Universidades e escolas técnicas. A partir disto surge a problemática presente neste estudo de caso: foi solicitado a equipe de projetos que se criasse um projeto de produto, para que em seguida este pudesse ser fabricado e entregue ao cliente. O projeto teve prazo de entrega e orçamentos definidos, tendo como base especificações e restrições determinadas pelo cliente da empresa.

Foram utilizados os conceitos apresentados na revisão bibliográfica de Metodologia Scrum e Desenvolvimento de produtos para a realização deste projeto, como é mostrado nos tópicos a seguir.

3.3 HELIODON

Heliodon é um equipamento didático e educacional que simula o movimento aparente do sol, são utilizados para avaliação e concepção de dispositivos, edificações e áreas urbanas , com a intenção de adequá-las a iluminação natural e radiação solar (FERNANDEZ, 2014).

Estes equipamentos simulam a incidência da luz e sombra em modelos de escala reduzida de forma dinâmica, complementando o entendimento apresentado por diagramas solares e softwares especializados, além de verificar a precisão de cálculos para áreas e horários de insolação (FERNANDEZ, 2014).

O Equipamento é comum em laboratórios de conforto ambiental , além de estar presente em outras áreas como, física, geografia, engenharia agrícola e agronomia (FERNANDEZ, 2014).

Resultados obtidos com experimentos no Heliodon permitem a avaliação do aproveitamento da luz e do desempenho térmico em projetos, possibilitando otimizações e melhorias no aproveitamento de recursos naturais além de prever possíveis falhas ou situações não antecipadas no projeto.

3.4 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

A metodologia descrita neste estudo de caso se baseia em conceitos desenvolvidos por Back et al. (2008), Forcellini (2006) e Rozenfeld et al. (2002) para o projeto integrado de produtos e utiliza conceitos de engenharia simultânea e a metodologia ágil para gestão de projetos, Scrum como forma de gerenciar o desenvolvimento deste produto. Estes conceitos foram abordados no referencial teórico desta monografia.

3.4.1 ABERTURA DO PROJETO

A primeira etapa do projeto foi reunião de abertura de projeto, tendo como foco a de definição do time de projeto, alocação de funções como ScrumMaster e Product Owner, e da realização do termo de abertura do projeto (TAP)¹¹.

Como o Product Owner já havia tido o contato com um dos Stakeholders, no caso o comprador, ele passou para o time, as informações iniciais sobre o produto. A partir desta reunião surgiram as seguintes definições iniciais:

Título do projeto: “Bancada Didática Heliodon” (Este título foi alterado futuramente para “HELIODON”)

Código do Produto: AG-HEL

Objetivo do projeto: Desenvolver uma bancada didática para estudo da iluminação natural em residências.

Justificativa: Venda realizada para um cliente

Escopo do Projeto: Bancada didática que simule a iluminação natural em diferentes latitudes, horas e, possivelmente, meses; Espaço para posicionar maquetes; Medições dos ângulos que representam a latitude, as horas e, possivelmente, os meses.

Não Escopo: Vários tipos diferentes de maquete, motor de passo, software, quadro elétrico de comando, macaco, luz polarizada, lâmpadas extras, bateria.

Metas: Entregar a bancada validade de testada dentro do prazo.

Restrições: Dimensões aproximadas de 1,3 metros de largura por 1,8 metros de comprimento. Estas dimensões foram definidas pelo comprador.

Riscos: Outras tarefas serem atribuídas a Bernardo, ou ao time, comprometendo a andamento do projeto especialmente nas primeiras duas semanas; peso dos componentes deformar permanente a estrutura; estrutura cair por mudança na posição do centro de massa; orçamento e tempo reduzidos; necessitar de serviço de usinagem (demora para entrega das peças usinadas);

¹¹ TAP anexada ao Apêndice desta monografia

complexidade no envio da bancada; não encontrar peças ou componentes no mercado local.

Premissas: É possível simular o movimento entre o Sol e a Terra com um padrão aproximadamente circular; o giro não precisa atingir 90°; não serão inclusos obstáculos geográficos; não será avaliada a influência da altitude.

Stakeholders: Fornecedores; Algetec; Cliente, Indústrias de Energia Solar.

Esta reunião, além de ter como objetivo a criação do TAP, também teve a função de reunião de planejamento da sprint. Nela ficou definido o que seria desenvolvido na primeira Sprint e qual o procedimento adotado.

A primeira Sprint teria como objetivo a definição das especificações do projeto. Para isso foram definidas as ferramentas: Entrevista com cliente, *Brainstorm* e *Benchmark*, por serem ferramentas de uso comum na empresa. Além disto ficou definida a utilização da QDF como forma de dar um valor quantitativo as informações obtidas nos métodos anteriores e espiral do desenvolvimento de Fonseca (2000) para se definir o ciclo de vida do produto.

3.4.2 PROJETO INFORMACIONAL

A primeira Sprint teve início logo após o término da reunião de abertura do projeto, onde os integrantes do time iniciaram suas pesquisas e busca por informações que pudessem ser relevantes para a Sprint. Durante o tempo em que se realizou a sprint foram realizadas reuniões diárias de 15 minutos, entre o Time Scrum, Product Owner e Master Scrum.

Como já havia sido especificado na reunião de planejamento da Sprint o primeiro objetivo a se cumprir seria obter o ciclo de vida do produto, a partir da espiral de desenvolvimento do produto de Fonseca (2000). Após este levantamento o resultado foram os mostrados no quadro a seguir, com os seus códigos respectivamente. Foram eliminadas as etapas de armazenagem do produto, presente na espiral, pois ficou acertado no TAP que o produto sendo aprovado nos

testes, seria enviado prontamente para o cliente, e a de venda, visto que ela já havia sido efetuada antes do início do projeto.

Função ou Etapa	Código
Projeto	P
Fabricação	F
Montagem	M
Compra	C
Transporte	T
Uso	U
Manutenção	M
Desativação/Reciclagem/Descarte	R

Quadro 2 – Ciclo de vida do produto e códigos

Ainda utilizando a espiral do desenvolvimento de fonseca (2000), foram definidos os Stakeholders, ou seja, todos os envolvidos e os seus respectivos códigos com base nas funções já definidas no quadro 2, estas definições são parte do desdobramento da função qualidade (QFD). Os resultados são os apresentados no quadro seguinte:

Stakeholders	
Projetista	P
Fabricante	F
Transportadora	T
Decisor da Compra	C
Professor	U
Aluno	U
Funcionário de Manutenção	M

Quadro 3 - Stakeholders

Nas sessões de *Brainstorming* e *Benchmark* foram levantadas as necessidades de cada um dos clientes. No conceito de projeto integrado, todos stakeholders são clientes. Os resultados foram utilizados para preencher a seguinte tabela, que dá seguimento desdobramento da função qualidade. As necessidades de cada stakeholder foram avaliadas individualmente para o projeto e apresentadas no quadro 4.

Necessidades	
Projetista	Funcionário de Manutenção
Rapidez no projeto	Fácil manutenção
Qualidade do produto	Projeto bem dimensionado
Projeto bem dimensionado	Padronização de componentes
Baixa quantidade de reprojotos	Facil acesso aos componentes
Projeto alinhado com necessidades dos clientes	Segurança
Padronização de componentes	
Baixo custo de projeto	
Professor	Aluno
Facil operação da bancada	Facil operação da bancada
Recursos Didáticos	Recursos Didáticos
Segurança	Segurança
Decisor da Compra	Equipe de Produção/Montagem
Baixo preço de projeto	Desenhos bem elaborados
Baixo preço de fabricação	Baixo peso
Segurança	Baixo custo de fabricação
Confiabilidade	Padronização de componentes
Rapidez de entrega do produto	Facilidade de fabricação
Baixo custo de manutenção	Baixa quantidade de reprojotos
Facil operação da bancada	Rapidez de fabricação
Recursos Didáticos	Projeto bem dimensionado
Transportadora	
Baixo peso	
Facilidade de transporte	

Quadro 4 - Necessidades levantadas

Como fica evidente na tabela, algumas necessidades se repetem para diferentes *Stakeholders*, como é o caso dos Recursos Didáticos ou projeto bem dimensionado.

A próxima etapa do desdobramento da função qualidade foi transformar as informações obtidas até então em valores quantitativos. Isto foi feito com o

cruzamento das informações já levantadas e entrevistas com o cliente, este foi quem arbitrou os valores apresentados no quadro 5:

Requisitos dos Clientes	
	Valor (1 - 5)
Qualidade de acabamento	4
Segurança	5
Facilidade de Manutenção	2
Menor custo geral	4
Facilidade de Fabricação	1
Facilidade de Operação	4
Recursos Didáticos	5

Quadro 5 - Requisitos dos Clientes com valores de 1 a 5

Seguindo para a próxima etapa, os requisitos dos clientes foram transformados em requisitos de projeto, ou seja, quantifica os requisitos do cliente. Os resultados são os exibidos no quadro 6, o sinal de “+” após o requisito indica que mais dele é benéfico e “-“, quanto menos, melhor’.

Levantamento dos Requisitos do projeto		
Requisitos dos Clientes	Requisitos do Projeto...	
Qualidade de acabamento	Ergonomia (+)	Acabamento dos componentes (+)
Segurança	Número de peças móveis (-)	Existencia de cantos vivos (-)
Facilidade de Manutenção	Número de peças móveis (-)	Numero de operações (-)
Menor custo geral	Valor dos componentes (-)	Padronização de componentes (+)
Facilidade de Fabricação	Padronização de componetnes (+)	Bom dimensionamento dos componentes (+)
Facilidade de Operação	Tempo de preparação da bancada (-)	Numero de operações (-)
Recursos Didáticos	Tempo de preparação da bancada (-)	Facilidade de observação das sombras (+)

Quadro 6 - Requisitos do Projeto

Em seguida, os requisitos do projeto devem ser classificados em ordem de importância. Para isto, foi realizada uma filtragem dos requisitos de projeto e

utilizado o método QFD (casa da qualidade). A Figura 18 mostra o resultado desta ferramenta de priorização dos requisitos de projeto:

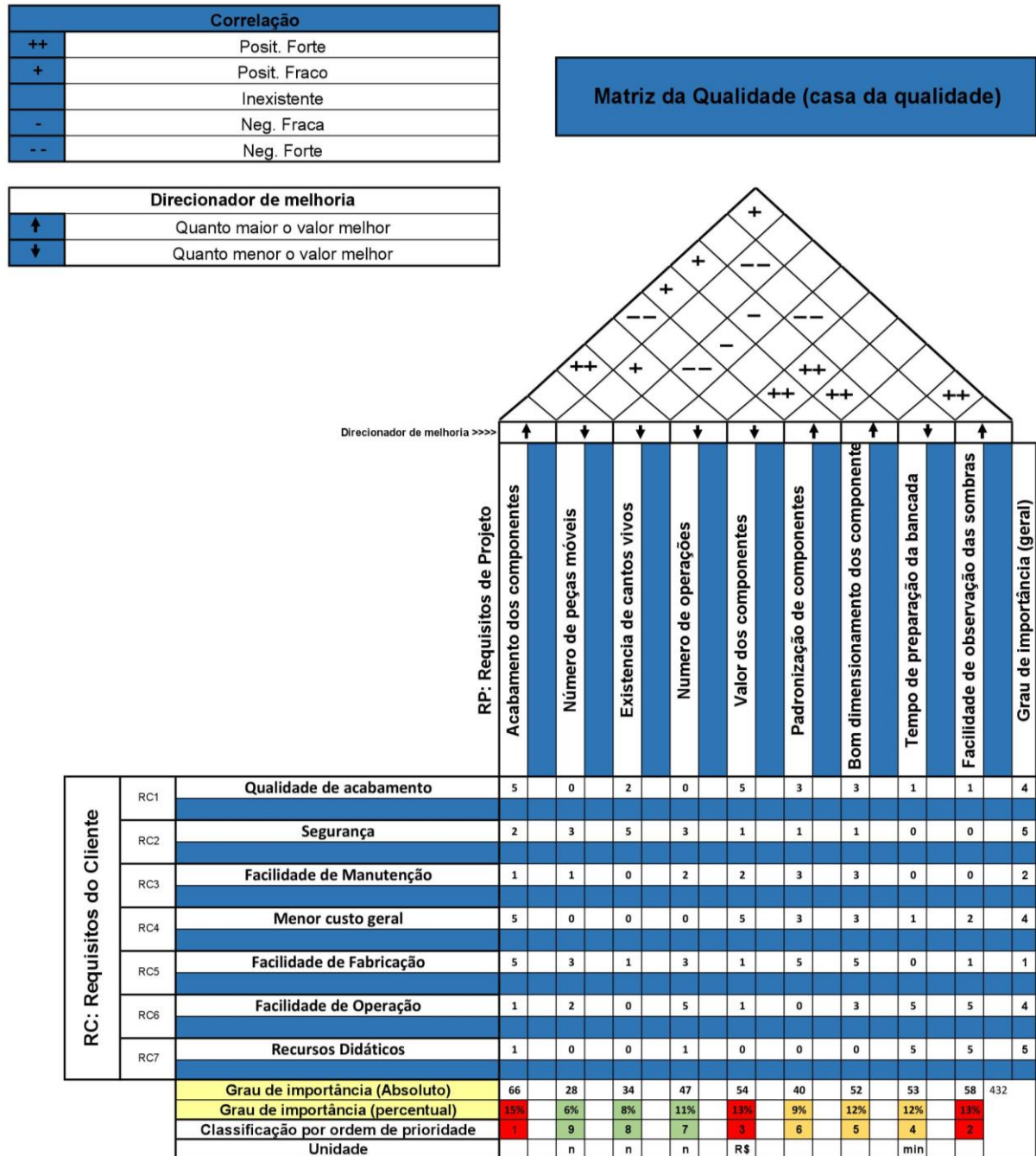


Figura 18: Resultado do Método QFD (casa da qualidade)

Com o método QFD, foi possível identificar e quantificar os requisitos mais importantes para o projeto, neste caso foram: Acabamento dos componentes, custo

dos componentes e facilidade de observar as sombras. Os requisitos levantados são apresentados no quadro 7:

Lista de especificações do projeto	
Requisitos do projeto em ordem de prioridade	Unidade de Medida
Acabamento dos componentes	-
Facilidade de observação das sombras	-
Valor dos componentes	R\$
Tempo de preparação da bancada	Min
Bom dimensionamento dos componentes	-
Padronização de componentes	-
Numero de operações	n
Existencia de cantos vivos	n
Número de peças móveis	n

Quadro 7 – Lista de especificações do projeto

Tendo finalizado a Sprint, obteve-se os requisitos do projeto, baseados em valores mensuráveis. Foram realizadas duas reuniões, a primeira para discutir os valores obtidos e avanços da sprint e formalizar conclusão da etapa pelo Scrum Master. A segunda para definir qual seria a próxima etapa e como ela deveria ser realizada.

Foi determinado que na próxima Sprint seria desenvolvido a etapa do projeto conceitual, desenvolvido utilizando a ferramenta de síntese funcional, para desdobrar a função global em funções parciais e em seguida seria construída uma matriz morfológica do produto.

3.4.3 PROJETO CONCEITUAL

A segunda Sprint do projeto se deu a construção do projeto conceitual do projeto, a qual tinha como entrada os requisitos do projeto, já bem definidos e quantificados na sprint anterior e teria como saída a concepção do produto. Durante toda a Sprint foram realizadas reuniões diárias com todos os envolvidos para atualização de informações e andamento do projeto.

De acordo com Back et al (2008), Rozenfeld et al (2006) e Forcellini (2002) a primeira definição e que irá guiar esta etapa é a função global. Esta considera as entradas de energia, material e sinal e suas interações e fluxos com sistemas técnicos, ambiente e usuários até a saída final. Este desenvolvimento se deu a partir de reuniões e sessões de *brainstorm* e teve o seguinte resultado:

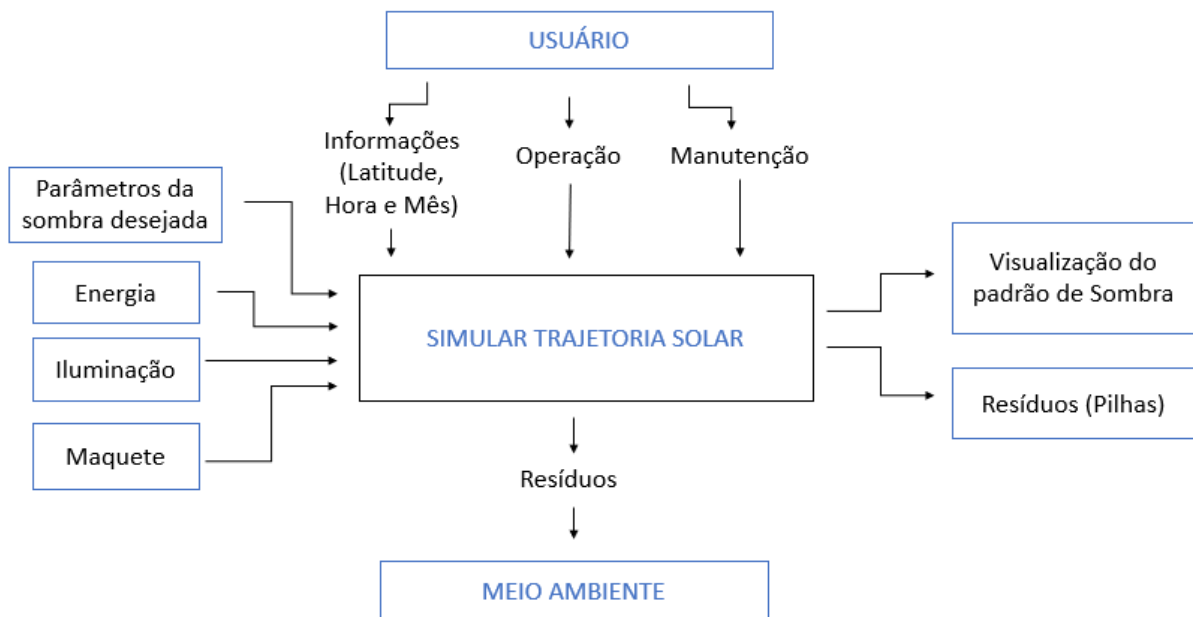


Figura 19: Função global com suas entradas e saídas

Foi definido a partir da função global de "Simular a trajetória solar", que as entradas seriam os parâmetros da sombra desejada (Latitude, Hora, Mês), introdução de uma maquete e iluminação. Já a saída seria o objetivo final de um Heliodon, que é a visualização do padrão de sombras. A partir disto foi possível desdobrar a função global em funções parciais do equipamento.

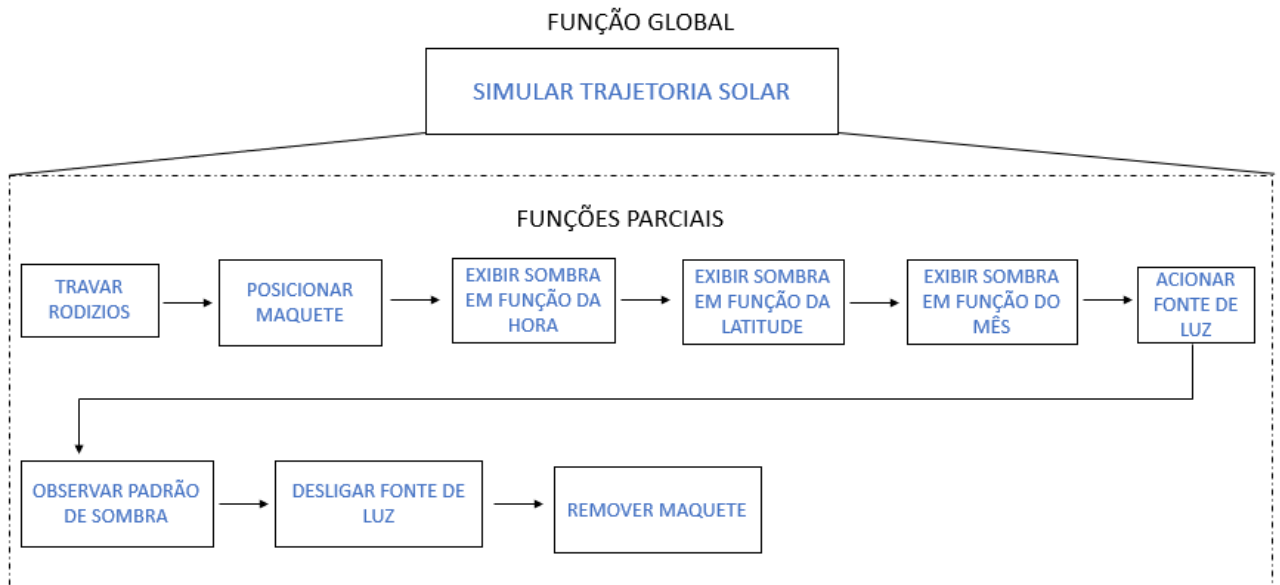


Figura 20: Função global e funções parciais

Apesar de existirem variadas funções parciais, neste estudo de caso focou-se somente nas quatro principais para construção da matriz morfológica. A primeira função parcial definida foi “Exibir sombra em função da Latitude”:

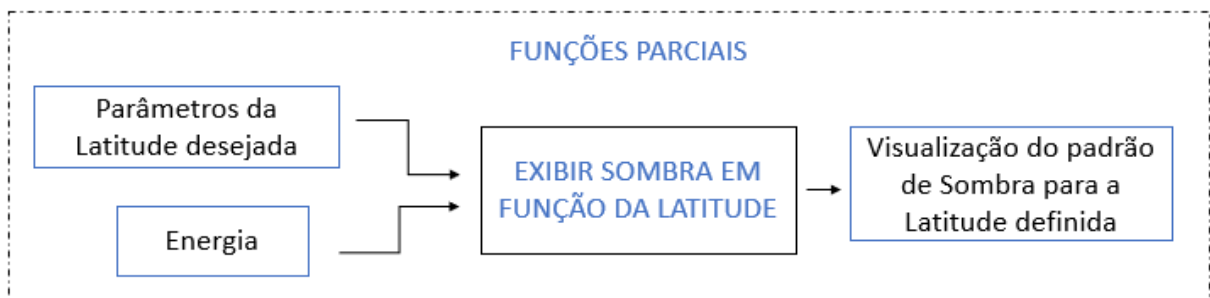


Figura 21: Função Parcial “Exibir sombra em função da Latitude”

A segunda função parcial foi “Exibir sombra em função da Hora”:

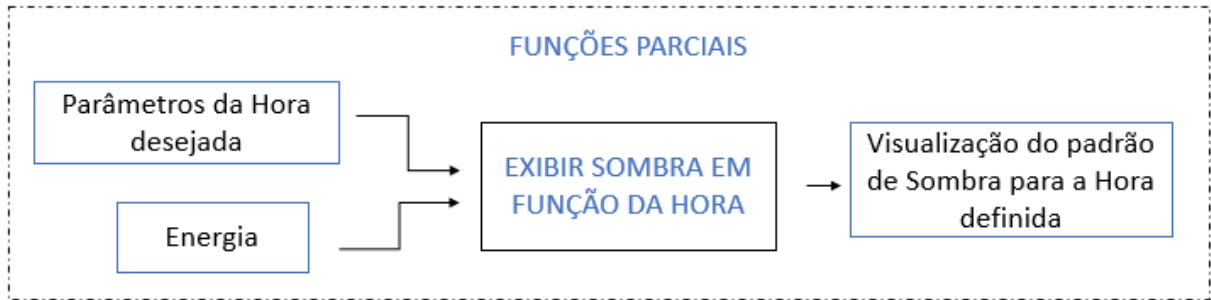


Figura 22: Função Parcial Exibir sombra em função da Hora

A próxima função parcial foi “Exibir sombra em função do Mês”:

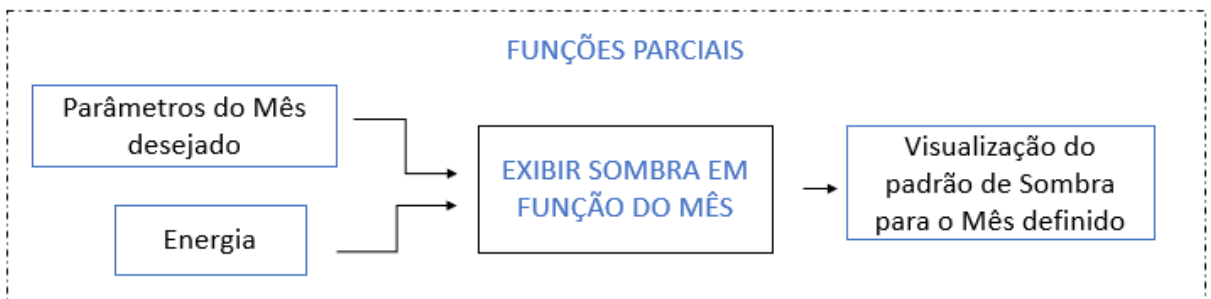


Figura 23: Função Parcial Exibir sombra em função do Mês

A outra função parcial foi “Acionar fonte de luz”:



Figura 24: Função Parcial Acionar fonte de luz

Tendo a função global do projeto e suas funções parciais utilizou-se de uma matriz morfológica para gerar os princípios de solução e com isso se determinar concepções para o produto para atender as quatro funções parciais escolhidas. A figura 25 ilustra esta matriz morfológica:























Função	Princípio de Solução						
Exibir sombra em função da Latitude	Fonte de luz anéis móveis 	Fonte de Luz em arcos móveis simulando trópicos 	Fonte de luz em haste ou braço articulado 	Mesa Inclínável 	Mesa fixa 	Arco central móvel 	Arco central Fixo 
Exibir sombra em função da Hora	Fonte de luz anéis móveis 	Fonte de luz em haste ou braço articulado 	Mesa Inclínável 	Mesa Fixa 	Arco central móvel 	Arco central fixo 	
Exibir sombra em função do Mês	Pegua de dias 	Mesa Inclínável 	Mesa Fixa 				
Fonte de iluminação	Uma Lâmpada Fixa 	Uma Lanterna Tática Fixa 	Múltiplas Lâmpadas Fixas 	Múltiplas Lanternas Táticas Fixas 	Lâmpada Móvel (Manual) 	Lâmpada Móvel (Motor de passo) 	

Figura 25: Matriz Morfológica¹²

A etapa de preenchimento da matriz se deu com a auxílio das ferramentas *Benchmark* e em seguida *Brainstorm* envolvendo todo os integrantes do time. A partir destes caminhos pode-se avaliar cada solução e foi escolhido somente uma solução para cada função, porém com a ferramenta CAD, SolidWorks¹³ foi possível modelar algumas das soluções, facilitando assim a tomada de decisões.

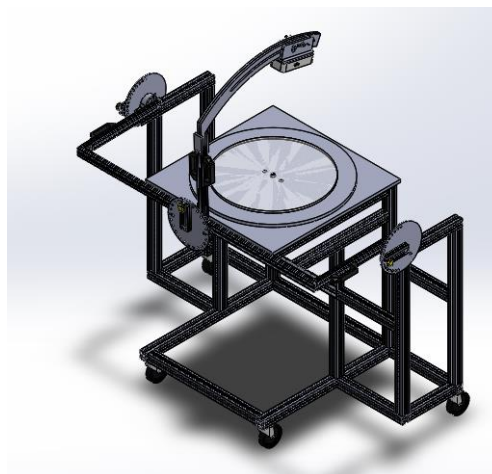


Figura 27: Vista isométrica do Heliodon

¹² Figuras obtida em: Fernandes, Leandro & Cunha, Eduardo. (2011). ENSINO DE GEOMETRIA SOLAR: PROPOSTA DE HELIODON ALTERNATIVO.

¹³ Imagem do Software no Apêndice



Figura 28: Vista frontal do Heliodon

A partir desta modelagem inicial, avaliou-se a viabilidade de fabricação do modelo e sua funcionalidade, sem a necessidade de um protótipo ou da construção do modelo. Isto seguindo o caminho proposto na matriz morfológica, que foi na sequência de funções da matriz : Fonte de luz em haste articulada; Fonte de luz em Haste articulada ; Régua de dias ; Lanterna móvel (manual). Ou seja, foi elaborado um modelo com uma haste móvel para atender a solicitação da latitude, outra haste móvel para simular as horas do dia, uma régua de dias para simular os meses, e uma lanterna móvel manualmente, que transitaria através da régua de dias.

As soluções foram escolhidas levando em consideração modelos já existentes no mercado, avaliando os benefícios de cada um, além de facilidade de fabricação, facilidade de utilização, recursos didáticos do modelo e custo para fabricação.

Tendo definido o conceito do produto foi finalizada a Sprint. Foram então realizadas duas reuniões envolvendo todos os participantes do projeto. A primeira para responder as seguintes perguntas: Foi definido um conceito para o produto? Existe alguma limitação tecnológica? As especificações técnicas estão sendo

atendidas? As especificações de custo estão sendo atendidas? Quais são os custos de produção? Todos os componentes estarão presentes para montagem e envio da bancada dentro do prazo? Com tudo de acordo o Scrum Master pode formalizar a conclusão da etapa.

A segunda reunião teve como objetivo definir o objetivo da próxima Sprint e quais os meios para atingir tais objetivos. Foi então acordado que a próxima Sprint seria a fase de projeto detalhado e no qual seriam selecionados definitivamente os componentes, se estes seriam comprados ou fabricados, listas de materiais (BOMs), desenhos técnicos finais, tolerâncias e ajustes, processo de fabricação da bancada, manual de uso do equipamento, embalagem, preparação para transporte, além de toda documentação referente ao projeto.

3.4.5 PROJETO DETALHADO

Seguindo o que havia sido definido na reunião de planejamento da Sprint, nesta etapa do desenvolvimento do produto, o primeiro objetivo analisar e validar todos os requisitos para a produção da bancada, sendo eles, listas de materiais da estrutura de perfis de alumínio (BOMs), lista de materiais da bancada (BOMs), desenhos técnicos de madeira, desenho técnico dos eixos entre outros.

A estrutura de perfis é de produção de uma empresa parceira logo, a partir disto, o primeiro passo foi determinado um valor para o diâmetro que suportasse o peso das hastes. Calculou-se um valor para o diâmetro dos eixos e, procurou-se em fornecedores locais barras cilíndricas com diâmetro próximo ao valor definido para servir como eixo. Os diâmetros encontrados no mercado local foram comparados com os catálogos de conjuntos mancal e rolamento, para que assim pudessem ser definidos os fornecedores tanto da barra cilíndrica, quanto dos conjuntos mancais e rolamentos.

Os acrílicos presentes na haste da régua de dias, no suporte da lanterna do equipamento e no disco com a rosa dos ventos¹⁴, junto com a madeira em MDF para servir como mesa e discos de alumínio foram fornecidos e fabricados pela mesma

¹⁴ Desenho técnico do disco de acrílico no Apêndice desta monografia

empresa parceira, a partir dos desenhos técnicos desenvolvidos no SolidWorks. Cada um destes itens foi avaliado a parte estética e funcional ainda no software CAD, como por exemplo interferências entres os componentes, além de folgas e tolerâncias antes que fossem enviados para a produção.

Em paralelo com a validação de desenhos técnicos dos acrílicos, madeira e alumínio foram avaliados fornecedores locais para a lanterna que servira para simular o sol, e para os manípulos puxadores, que serviram para definir as horas e a latitude no disco de alumínio. Outros itens como puxadores para as hastes e rodízios já possuíam fornecedores parceiros e não foi preciso a busca por novos.

Ainda em paralelo com a definição dos componentes e fornecedores foi criado um documento para detalhar a construção do equipamento, descrevendo os elementos de fixação, a ordem cronológica de construção da bancada, além de procedimentos que deveriam ser adotados no processo. Este documento foi atualizado quando a fabricação do equipamento foi finalizada.

A Sprint de projeto detalhado é cíclica, ou seja, à medida que os itens eram definidos e estavam prontos para utilização, seja a partir da compra ou da fabricação, estes foram utilizados na construção da bancada. No decorrer da construção do equipamento foram necessárias atualizações de projeto com a intenção de otimizar o produto ou se adequar aos componentes adquiridos. Foi necessário a aquisição de itens não previstos no projeto por exemplo. A partir da necessidade de otimização os ciclos de avaliação/validação e aquisição se repetiram.

Com a fabricação completa do equipamento este passou pela etapa de validação, onde foram feitos o maior número de testes possíveis, a fim de validar sua funcionalidade e buscar por possíveis falhas no equipamento, podendo ser estas de projeto ou fabricação. Esta etapa foi importante também para a fabricação futura destes equipamentos, pois a partir dela foi possível pensar em melhorias e otimizações a serem aplicadas no projeto da próxima bancada.

Quando a fabricação do equipamento estava perto de ser finalizada, foi projetada uma embalagem em madeira para transporte aéreo do equipamento, esta deveria caber o equipamento montado e deveria se adequar as dimensões exigidas pelas companhias aéreas de transporte.

O processo de construção do manual de utilização do Heliodon teve início ainda na fase de projeto, porém só foi finalizado e enviado após os testes e validações da bancada. Este continha além de referencial teórico, boas práticas para utilização do equipamento, procedimentos de segurança e sugestões de experimentos possíveis.

Finalizado a construção da bancada, caixa para transporte, e manual, o mesmo pode ser enviado para o cliente.

Tendo concluído o envio para o cliente, foi feita uma reunião de revisão da Sprint, para organizar toda a documentação produzida durante o processo de projeto do produto, foram também registradas as lições aprendidas e por último foi dado como finalizada Sprint e o projeto como todo.

4 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho contribuiu para o autor, na medida que, foi possível estudar melhor o processo de desenvolvimento de produtos, conhecendo assim, alguns modelos de referência existentes na literatura, assim como ferramentas que auxiliam no desenvolvimento de produtos para obter-se um melhor resultado. Para isto foi apresentado a definição de produto e o seu ciclo de vida evidenciado o impacto das decisões iniciais em todo o processo de desenvolvimento deste produto, já que, as escolhas de alternativas ocorridas no início do ciclo de desenvolvimento são responsáveis por 80% do custo final do produto. Evidenciou-se também que, à medida que o projeto avança, mudanças vão se tornando cada vez mais custosas, por isso a importância das metodologias para reduzir alterações futuras.

A partir disto foi discutido a importância destas tomadas de decisões e do gerenciamento de projetos para a competitividade de uma empresa, a competitividade de uma empresa depende essencialmente ao bom desenvolvimento de projetos, visto que, este tem influência direta na qualidade do produto ou serviço, no custo e no tempo gasto. Ainda neste contexto desmentiu-se o fato de que o sucesso do produto está somente ligado ao montante financeiro investido e a genialidade dos profissionais. Casos de sucesso atuais mostram que o desenvolvimento de produtos deve estar alinhado com os planos estratégicos da empresa e estes direcionados para as necessidades de mercado, ambiente tecnológico e ambiente competitivo.

No entanto, não basta somente existir um plano ou metodologia de projeto, se os mesmo não foram utilizados de maneira correta e integrada. Sendo assim, devem existir equipes multifuncionais, compostas por profissionais de diferentes setores conforme a necessidade. É a partir disto que se aplicou a ferramenta de gestão ágil de projetos: SCRUM. Um dos pressuposto desta metodologia que foi apresentada neste trabalho é a presença de profissionais com diferentes áreas de conhecimento. Além disto a ferramenta pode ser associada com outras para o gerenciamento e acompanhamento de cada etapa do desenvolvimento do projeto de produtos e até a sua concepção.

As metodologias apresentadas foram discutidas por diversos autores, porém de maneira genérica, apesar disso conseguem ilustrar a maior parte das atividades presentes em cada etapa. No estudo de caso presente neste trabalho foi baseado em conceitos apresentados por Back et al., Forcellini e Rozenfeld para o desenvolvimento integrado de produtos. Ferramentas que aproximam a equipe de projeto com os clientes, como a matriz QFD, foram desenvolvidas na fase de projeto informacional para evitar possíveis mudanças no projeto ou problemas futuros. A integração da equipe e ferramentas como brainstorm também contribuíram para um melhor resultado. O desdobramento das funções do produto em funções Global e Parciais e a construção da matriz morfológica evidenciaram as alternativas possíveis para a concepção do produto, podendo assim, avaliar quais a mais adequada para o presente contexto e das definições do projeto informacional. Por fim, tendo definido o conceito do produto, foram feitos os procedimentos necessários para a produção do produto. Ele já passou por todas as etapas, sendo a última a entrega para o cliente.

REFERÊNCIAS

BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. 1 Ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. 1 Ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2006

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

FORCELLINI, F. **Apostila Desenvolvimento de Produto**. 2002.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **Guia do Scrum™ Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo**. Scrum Alliance, 2009.

ROMANO, L. R. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

PMI. **Project Management Professional (PMP) credential handbook**. Newton Square, PA: Author, 2009.

PAHL, Gerhard et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos - Métodos e Aplicações**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 432 p. Tradução: Hans Andreas Werner.

GARAY, R. **Cursos em Livro - Princípios do PMBOK**. 36Linhas, 2018

HOFFMEISTER, A. D. **Sistematização do Processo de Planejamento de Projetos: Definição e Sequenciamento das Atividades para o Desenvolvimento de Produtos Industriais**. Florianópolis, 2003. Proposta de Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

CHENG, L. C. **Caracterização da Gestão de Desenvolvimento do Produto: Delineando o seu Contorno de Dimensões Básicas**. In: Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos. (2. :2000 : São Carlos, SP) Anais... São Carlos: USP, 2000.

ANDRADE, Luiz Fernando Segalin de. **Uma Proposta de Metodologia de projeto de interfaces na fase de projeto conceitual**. 2008. 274 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

KIST, G. P.; ANDRADE, J. J. O. **Projeto conceitual no processo de desenvolvimento de produtos (PDP): estudo de caso em um equipamento repositores de tampas na indústria de bebidas** ©Revista Ciência e Tecnologia, Campinas, v. 20, n. 37, p. 39 - 46, jul./dez. 2017 - ISSN: 2236-6733

LUZ, Débora Verônica Diniz da. **Desenvolvimento de produtos: UM ESTUDO DE CASO**. 2016. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017. 288 p.

BOLGENHAGEN, Nilson Jair. **O processo de desenvolvimento de produtos**: proposição de um modelo de gestão e organização. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CAMARGO, Robson. **Pm Visual - Project Model Visual**: Gestão de Projetos Simples e Eficaz. São Paulo: Saraiva, 2016. 208 p.

KERZNER, Harold. **Gerenciamento de projetos**: Uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 782 p. Tradução da Décima edição americana.

ALMEIDA, Luís Fernando Magnanini et al. Fatores críticos da agilidade no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de novos produtos. **Produto & Produção**, São Carlos, v. 1, n. 13, p.93-113, 20 jan. 2012. Quadrimestral.

CORAL, E. et al. **Gestão Integrada da Inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. 1. Ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

ROCHA, Juliana Rossi Pereira. **A gestão do desenvolvimento de produto via apqp na indústria automobilística**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SCHWABER, Ken. **Guia do Scrum**. : Scrum Alliance, 2009. 22 p. Tradução Heitor Roriz Filho Michel Goldenberg Rafael Sabbagh.

NICKEL, Elton Moura et al. Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 4, n. 17, p.707-720, 23 nov. 2010. Fluxo Contínuo.

SUTHERLAND, Jeff. **Scrum**: A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. São Paulo: Leya, 2014. Tradução de Natalie Gerhardt.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (Brasil). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)**. São Paulo: Project Management Institute, 2017. 756 p.

MICHELS, Everton; FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes. Gerenciamento ágil no processo de desenvolvimento de produtos inovadores: uma análise bibliográfica sistemática. **Gestão e Projetos**, São Paulo, v. 1, n. 4, p.52-76, 15 jan. 2013. Fluxo Contínuo.

ALBINO, Raphael Donaire; SOUZA, Cesar Alexandre de; PRADO, Edmir Parada Vasques. Benefícios alcançados por meio de um modelo de gestão ágil de projetos em uma empresa de jogos eletrônicos. **Gestão e Projetos**, São Paulo, v. 1, n. 5, p.15-27, 08 jan. 2014. Quadrimestral.

CARVALHO, Bernardo Vasconcelos de; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Aplicação do método ágil scrum no desenvolvimento de produtos de software em uma pequena empresa de base tecnológica. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 3, n. 19, p.557-573, 20 abr. 2012. Fluxo Contínuo

DATE, Roberta Naia et al. Aplicação do método ágil scrum em uma fundação educacional do setor público. **Gestão e Projetos**, São Paulo, v. 2, n. 7, p.75-94, 07 jun. 2016. Quadrimestral.

Dicio, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2018. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/projeto/>. Acesso em: 08/05/2019

Aurélio, Novo Aurélio século XXI: dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/projeto>. Acesso em: 08/05/2019

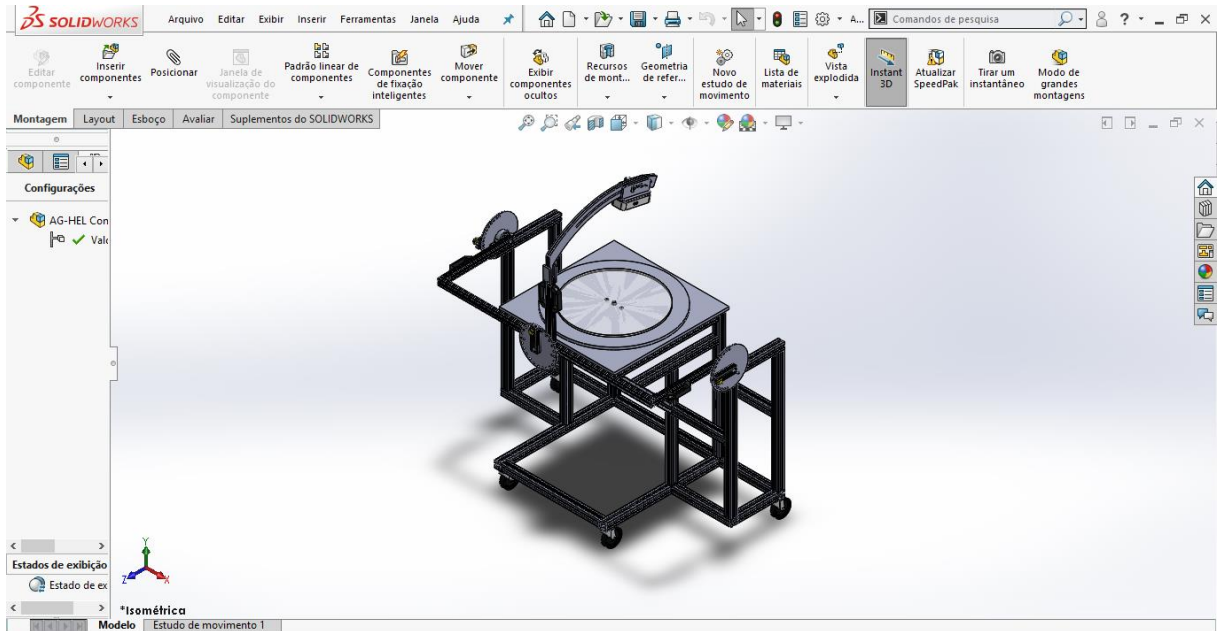
Romeiro Filho, Eduardo. 2006. **Projeto do Produto** - Apostila do Curso. Segundo semestre de 2006. 8ª Edição. Belo Horizonte: LIDEP/DEP/EE/UFMG, 2004.

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Desenvolvimento de simulador de trajetória solar aparente de precisão**. Chapecó: Entac, 2014. 10 p.

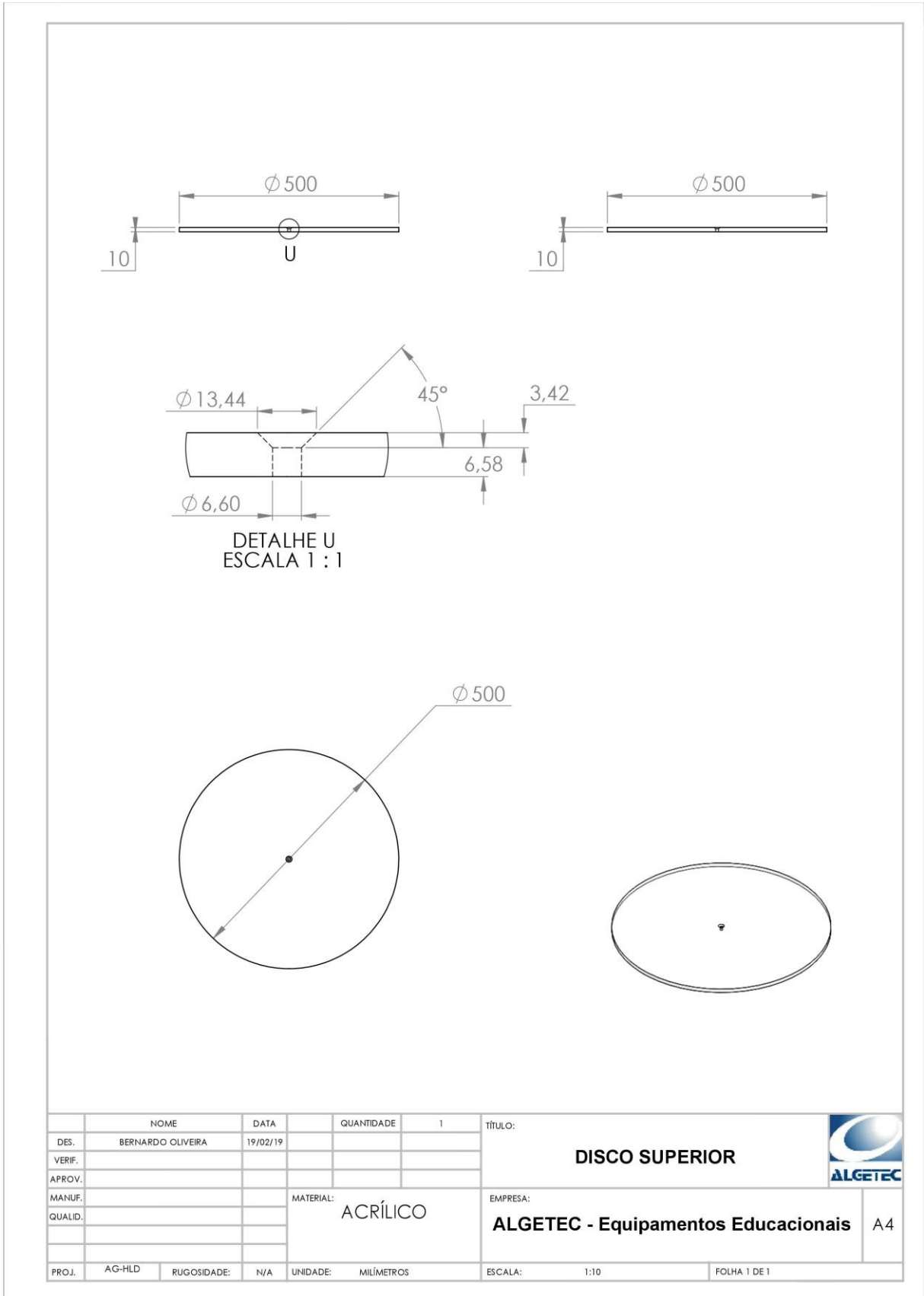
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2011, Rio de Janeiro. **Ensino De Geometria Solar: Proposta De Heliodon Alternativo**. Rio de Janeiro: Encac, 2011. 10 p.

APÊNDICES

APÊNDICE B – Modelagem de Heliodon no SolidWorks



APÊNDICE C – Desenho Técnico do “Disco Superior”



	NOME	DATA	QUANTIDADE	1	TÍTULO:	 DISCO SUPERIOR		
DES.	BERNARDO OLIVEIRA	19/02/19						
VERIF.								
APROV.								
MANUF.			MATERIAL:	ACRÍLICO	EMPRESA:	ALGETEC - Equipamentos Educacionais		
QUALID.								
PROJ.	AG-HLD	RUGOSIDADE:	N/A	UNIDADE:	MILÍMETROS	ESCALA:	1:10	FOLHA 1 DE 1

APÊNDICE D – Fotos do Heliodon finalizado



AUTORIZAÇÃO PARA COMUTAÇÃO

Oliveira Filho, Bernardo Soares Alvim de. **Sistematização do Processo de Desenvolvimento de Produtos, com foco em Empresa de Pequeno Porte. Estudo de caso de um Heliodon.** 2019, 82 f. il. Monografia (Graduação: Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Católica do Salvador, Salvador.

Autorizo a reprodução [parcial ou total] deste trabalho para fins de comutação bibliográfica.

Salvador, 01 de Agosto de 2019.

Bernardo Soares Alvim de Oliveira Filho