

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DIOGO SIQUEIRA GOMES

DESENVOLVIMENTO DE UM PORTA-COPO ELÉTRICO
TERMOTIZADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA
2017

DIOGO SIQUEIRA GOMES

DESENVOLVIMENTO DE UM PORTA-COPO ELÉTRICO
TERMOTIZADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Braghini Junior

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

DESENVOLVIMENTO DE UM PORTA-COPO ELÉTRICO *TERMOTIZADO*

por

DIOGO SIQUEIRA GOMES

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 23 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Aldo Braghini Junior

Prof. Orientador

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski

Membro titular

Prof. Dr. Fabio Neves Puglieri

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

GOMES, Diogo Siqueira. **Desenvolvimento de um porta-copo elétrico *termotizado***. 2017. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Ao desenvolver novos produtos, as necessidades das pessoas podem trazer oportunidades de preencher as lacunas de mercado de forma inovadora. No que diz respeito às bebidas, por exemplo, há várias opções de resfriamento ou aquecimento, porém em sua maioria elas são voltadas ao período de armazenagem ou preparo, e não de manutenção da temperatura no período de consumo. A partir da observação desta lacuna, o objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um dispositivo inovador para manutenção de temperatura de bebidas quentes ou frias utilizando o Modelo de Referência de Rozenfeld. O produto resultante deste trabalho é uma solução para manutenção de bebidas quentes e frias durante o período de consumo, e consiste em um porta-copo elétrico *termotizado* sobre o qual o usuário repousa o recipiente. O porta-copo funciona fixado em mesas ou balcões e dispõe de botões para acionamento das funções de aquecimento ou resfriamento e mostrou-se distinto, viável e capaz de manter a temperatura de bebidas mais próximo a temperatura de serviço.

Palavras-chave: Termoeletricidade. Desenvolvimento de Produto. Porta-copo.

ABSTRACT

GOMES, Diogo Siqueira. **Development of a thermo-electric cup holder**. 2017. 81 f.
Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) - Federal Technology
University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

When developing new products, people's needs can bring opportunities to fill market gaps in an innovative way. In case of the beverages, for example, there are several options for cooling or heating, but they are mostly aimed at the period of storage or preparation, and not of maintaining the temperature in the period of consumption. From the observation of this gap, the aim of this work is to develop a device for temperature maintenance of hot or cold drinks, using Rozenfeld Reference Model. The product resulting from this work is a solution for maintaining hot and cold beverages during the period of consumption, and consists of a thermoelectric cup holder on which the user rests the container. The cup holder works on tables or counters and has buttons for triggering the heating or cooling functions and has proved to be distinct, viable and able to keep the beverage temperature closer to the service temperature.

Keywords: Thermoelectricity. Product Development. Cup holder.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Referência Unificado de Rozenfeld et. al. (2006) para o Processo de Desenvolvimento de Produto	17
Figura 2 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional	20
Figura 3 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual.	22
Figura 4 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Detalhado	25
Figura 5 – Ciclos da fase de Projeto Detalhado.....	26
Figura 6 – Efeito Seebeck.....	29
Figura 7 – Ilustração de um módulo termoeletrico.....	30
Figura 8 – Diagrama de Mudge.....	44
Figura 9 – Função total do produto	46
Figura 10 – Modelagem funcional com estrutura intermediária de funções.....	47
Figura 11 – Modelagem funcional com estruturas de funções completa	48
Figura 12 – Modelo de solução 1	52
Figura 13 – Sistema de controle 1	53
Figura 14 – Sistema de interface do utilizador	53
Figura 15 – Modelo de solução 2	54
Figura 16 – Sistema de controle 2	54
Figura 17 – Componente superfície de metal.....	56
Figura 18 – Botão <i>push button</i> em aço	57
Figura 19 – Posicionamento dos botões na superfície de metal	57
Figura 20 – Superposição entre fases do Projeto Conceitual e Detalhado	58
Figura 21 – SSC10 - Conversor de energia	60
Figura 22 – SSC20 – Circuito microcontrolado	61
Figura 23 – SCC30 – Módulo de <i>relés</i>	61
Figura 24 – IUC22 – Botão <i>LED</i> vermelho.....	62
Figura 25 – IUC22 – Botão <i>LED</i> azul	62
Figura 26 – IUC30 – Célula Peltier	62
Figura 27 – IUC42 - <i>Fan</i>	63
Figura 28 – IUC43 – <i>Cooler</i> + dissipador.....	64
Figura 29 – Protótipo 1 – Esquemático do P-CET	65
Figura 30 – Protótipo 2 – Esquemático do P-CET	66
Figura 31 – Interface do Utilizador - Montagem mecânica.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custo no Ciclo de Vida de um Projeto	14
Gráfico 2 – Protótipo 1 – Temperatura do porta-copo para a função aquecimento	70
Gráfico 3 – Protótipo 1 – Temperatura do porta-copo e dissipador para a função resfriamento	70
Gráfico 4 – Protótipo 2 – Temperatura do porta-copo para a função aquecimento	71
Gráfico 5 – Protótipo 2 – Temperatura do porta-copo e dissipador para a função resfriamento	72
Gráfico 6 – Protótipo 2 – Teste do porta-copo para a função aquecimento	72
Gráfico 7 – Protótipo 2 – Teste do porta-copo para a função resfriamento	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos Objetivos das Análises do Projeto Informacional.....	19
Quadro 2 – Descrição dos Objetivos das Atividades no Projeto Conceitual.....	21
Quadro 3 – Descrição dos Objetivos das Atividades do Projeto Detalhado	23
Quadro 4 – Perspectivas de alternativas para a Tecnologia de Compressão de Gás	28
Quadro 5 – Aplicações de sistemas termoelétricos do tipo Peltier	31
Quadro 6 – Propostas da Fase de Desenvolvimento do produto	33
Quadro 7 – Inventário do escopo do projeto	34
Quadro 8 – Hierarquização dos requisitos	45
Quadro 9 – Funções atribuídas ao efeito físico	49
Quadro 10 – Princípios de soluções	50
Quadro 11 – Alternativas de solução.....	51
Quadro 12 – Análise de SSCs	55
Quadro 13 – Codificação de SSCs	59

LISTA DE ACRÔNIMOS

BOM.....	<i>Bill of Material</i>
LED.....	<i>Light Emitting Diode</i>
MUR.....	Modelo Unificado de Referência
P-CET.....	Porta-Copo Elétrico <i>Termotizado</i>

LISTA DE SIGLAS

CNC.....	Comando Numérico Computadorizado
BPA.....	Bisfenol A
DP.....	Desenvolvimento de Produto
INPI.....	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MUR.....	Modelo Unificado de Referência
PDP.....	Processo de Desenvolvimento de Produto
PVC.....	Policloreto de vinila
SSC.....	Sistemas, Subsistemas e Componentes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	13
2.2 MODELO DE REFERÊNCIA	15
2.3 MODELO UNIFICADO DE REFERÊNCIA	16
2.3.1 Projeto Informacional	18
2.3.2 Projeto Conceitual	20
2.3.3 Projeto Detalhado	23
2.4 REFRIGERAÇÃO	25
2.5 TERMOELETRICIDADE	28
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	32
CAPÍTULO 4 – PRÉ-DESENVOLVIMENTO	34
4.1 ESCOPO DO PROJETO	34
4.2 ADAPTAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA E SEQUÊNCIA PARA AS ATIVIDADES	36
4.3 LEVANTAMENTO DE TECNOLOGIAS EXISTENTES	37
4.3.1 Porta-Copos Descartáveis de Papel	37
4.3.2 Porta-Copos reutilizáveis de <i>Polyvinyl chloride</i> (PVC)	37
4.3.3 Outros materiais e formatos de porta-copos	38
4.3.4 Outros Produtos Relacionados Patenteados	38
CAPÍTULO 5 – PROJETO INFORMACIONAL	40
5.1 ATUALIZAR O ESCOPO DO PRODUTO	40
5.2 DEFINIR OS PRINCIPAIS REQUISITOS DO PRODUTO	41
5.3 DEFINIR AS ESPECIFICAÇÕES-META DO PRODUTO	43
CAPÍTULO 6 – PROJETO CONCEITUAL	46
6.1 MODELAGEM FUNCIONAL DO PRODUTO	46
6.2 PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO PARA AS FUNÇÕES	48
6.3 DESENVOLVER AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA O PRODUTO	49
6.4 DEFINIR ARQUITETURA	51
6.4.1 Modelo de Solução 1	52
6.4.2 Modelo de Solução 2	53
6.5 ANALISAR SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES	54
6.6 DEFINIR ERGONOMIA E ESTÉTICA DO PRODUTO	56
CAPÍTULO 7 – PROJETO DETALHADO	58
7.1 DETALHAR SSCS, DOCUMENTOS E CONFIGURAÇÃO	59
7.1.1 Listar, codificar SSCs	59
7.1.2 Integração elétrica dos SSCs	60
7.1.3 Integração Mecânica dos SSCs para os Protótipos 1 e 2	67
CAPÍTULO 8 – CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	69
8.1 PROTÓTIPO 1	69
8.2 PROTÓTIPO 2	71

CAPÍTULO 9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A - PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO	77
APÊNDICE B - DESENHO TÉCNICO SUPERFÍCIE PORTA-COPO.....	79

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

As empresas e empreendedores percebem as necessidades das pessoas, e tentam supri-las com novos produtos, aproveitando uma oportunidade com a execução de uma ideia, gerando valor. E o desenvolvimento de produtos, ao longo do tempo, se sofisticou para que as empresas se sobressaíssem no mercado competitivo. Fatores como o tempo, custo de desenvolvimento, grau de inovação, *timing* e outros influenciam no sucesso de um novo produto. Para minimizar as chances de fracasso foram desenvolvidos modelos para o desenvolvimento de produto (ROZENFELD et al., 2006).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Ao observar os hábitos de consumo em estabelecimentos de alimentação, por exemplo, é possível constatar que as bebidas são entregues aos consumidores em uma temperatura de serviço indicada, pelo fabricante, para o consumo. Em sua maioria, o ideal seria que a temperatura de serviço dessas bebidas fosse mantida constante até o final do consumo da mesma. O que ocorre naturalmente é que a temperatura de serviço é diferente da temperatura ambiente, e à medida em que a bebida é influenciada pela temperatura do meio a mesma perde seu sabor característico.

Pensando nessa necessidade cotidiana dos consumidores de bebidas quentes ou frias, a abordagem deste trabalho é o desenvolvimento de um produto novo, ou seja, que não existam similares no mercado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral:

Desenvolver um dispositivo para conservar temperatura de bebidas quentes e frias.

1.2.2 Objetivos Específicos:

1. Realizar um levantamento sobre dispositivos de manutenção de temperatura.
2. Aplicar as fases do Modelo de Referência de Rozenfeld et al. (2006), pertinentes à elaboração desse produto.
3. Construção e apresentação de um protótipo do produto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo cuja função básica consiste no melhoramento da manutenção de temperatura de bebidas quentes ou frias, um passo à frente dos existentes no mercado. O uso de soluções como isopores para bebidas frias não é apropriado em alguns ambientes ou mesmo um copo com gelo pode não ser agradável para algumas bebidas; assim como poucos estabelecimentos oferecem algum recurso que mantenha a temperatura de bebidas quentes como chás e cafés, e algumas vezes são servidos em copos de poliestireno, apontado em estudos iniciais como causador de doenças

Este produto tem como público-alvo especialmente o setor de bares e restaurantes, podendo ser estendido também a residências com ambientes planejados para este fim. Observada a carência de soluções deste tipo, busca-se aproveitar a oportunidade de apresentar uma solução destinada a ambientes internos.

1.4 ESTUTURA DO TRABALHO

Para desenvolver esse produto, inicialmente é realizada no Capítulo 2 uma revisão teórica acerca do PDP, chegando-se ao Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld et. al. (2006), autor que servirá de embasamento teórico-metodológico da pesquisa. Três fases de desenvolvimento do produto serão detalhadas e aplicadas na sequência, a saber: Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado. No Capítulo 3 é detalhada a metodologia aplicada em cada fase. Na sequência, no capítulo 4 são adquiridos os dados para o pré-desenvolvimento do produto. Os Capítulos 5, 6 e 7 são fases adaptadas do Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld, divididos desta forma: o Capítulo 5 elucida as especificações-metas do produto, e no Capítulo 6 são estudadas as possíveis soluções a serem utilizadas no Capítulo 7, que se destina a selecionar e aplicar as soluções. O Capítulo 8 detalha a construção do protótipo e, após, a Conclusão apresentada no Capítulo 9 aponta as considerações finais sobre os resultados

alcançados, assim como uma reflexão acerca do percurso de pesquisa e desenvolvimento do produto.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo está separado em cinco partes: 2.1, “Processo de desenvolvimento de produto” no qual é elucidado um histórico e estado atual da ciência do desenvolvimento do produto. 2.2, “Modelo de referência (MR)”, abrangendo os modelos de referências utilizados no contexto atual. 2.3, “Modelo Unificado de Referência – Rozenfeld”, que apresenta uma explanação sobre o Modelo Unificado de Referência mais completo e atual, de onde serão aproveitadas as estruturas relevantes ao trabalho, que são Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado. 2.4 “Refrigeração”, com um breve histórico e a utilização atual das tecnologias de resfriamento. 2.5 “Termoeletricidade”, no qual se encontra o estado da arte do resfriamento por fenômenos elétricos.

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

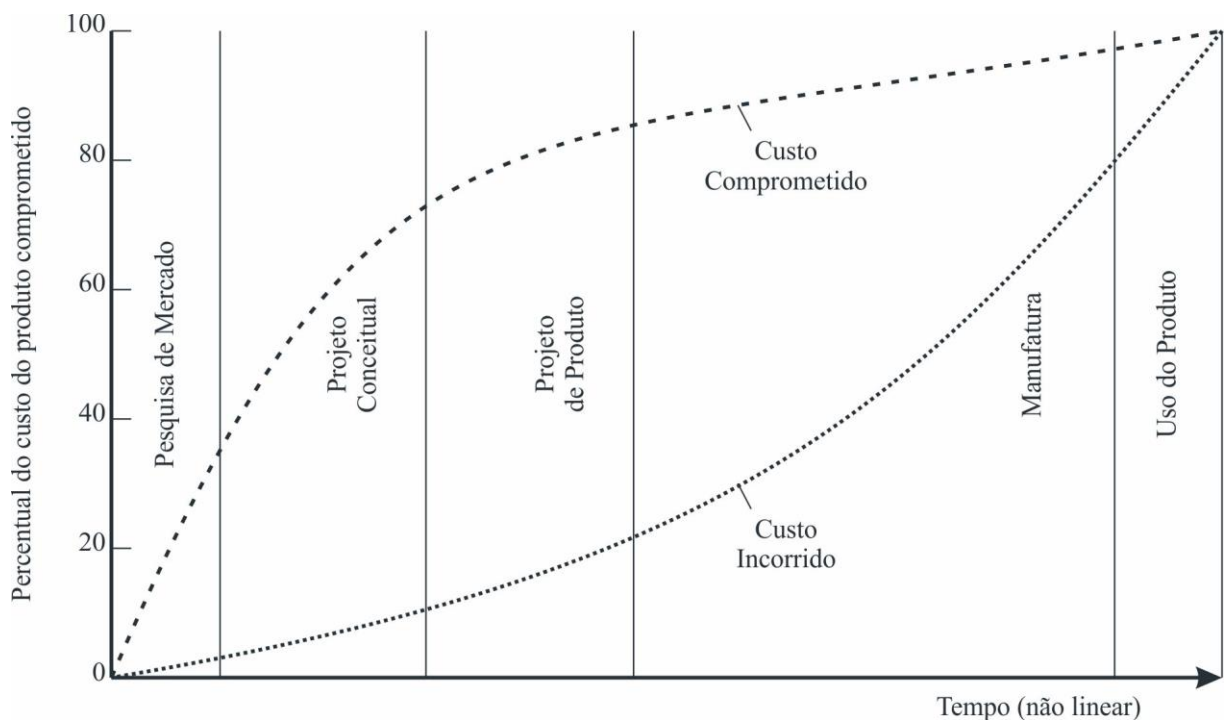
Desenvolvimento de novos produtos dão perspectivas de manutenção das empresas acerca de sua posição no mercado e performance financeira, ao passo que possibilitam que elas criem novos nichos de mercado e se reinventem (WHEELWRIGHT; CLARK, 1992).

Beinhocker (1999) faz uma comparação dos sistemas de mercado com sistemas complexos naturais, sugerindo a incapacidade de previsão de mercado a longo prazo e, portanto, a necessidade de criação de novos produtos e nichos pelas empresas para que se mantenham nele. Como acontece na natureza, são necessárias várias frentes de desenvolvimento e diversificados ramos para aumentar a chance de sucesso. É um consenso que a inovação por meio de novos produtos é uma capacidade base dentro das organizações e lhes confere um diferencial competitivo.

O Processo de Desenvolvimento de Produto que tem objetivo de partir de uma ideia de bem material e chegar até o lançamento do produto por meio da execução de múltiplas fases, de acordo com Romano (2003). É preciso ressaltar que as necessidades internas e externas envolvidas no PDP são variadas, e algumas apontadas por Baxter (1998) são: consumidores desejam novidades; vendedores desejam diferenciações; engenheiros de produção desejam simplicidade de fabricação e facilidade de montagem; *designers* gostariam de novos materiais; empresários querem lucratividade; fornecedores desejam grandes pedidos. Com isso, o processo de desenvolvimento de produto necessita de fases que compreendam as diversas áreas envolvidas.

Em uma análise de custos de produtos vinculados ao uso do PDP ressaltadas por Dieter e Schmidt (2009), tem-se que aproximadamente 5% dos custos de um produto estão relacionados às atividades do PDP, e o restante do percentual que compõe o custo é originado dos processos de manufatura. Em outra análise dos autores, cerca de 70 a 80% do custo de produção são decorrência das tomadas de decisão ainda no PDP. Isso implica dizer que as tomadas de decisão na etapa do PDP têm maior impacto no custo total do produto, mesmo que o custo do período das atividades do PDP em si tenha percentual relativamente baixo no produto. No Gráfico 1, os custos comprometidos de cada fase e os custos incorridos (custos que já aconteceram) gerados podem ser comparados. O Gráfico 1 compara, durante a evolução do projeto, o percentual do custo comprometido, ou seja, que está empenhado a ser gasto em um momento futuro com o projeto no momento em questão e o custo incorrido, que já foi dispendido no projeto.

Gráfico 1 – Custo no ciclo de vida de um projeto



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006)

Dieter e Schmidt (2009) expõem que o PDP reduz o *lead time* (período do início do ciclo da atividade até o término) de desenvolvimento até o lançamento do produto, resultando em mais eficiência, de acordo as expectativas de mercado. Dieter e Schmidt também afirmam que as falhas cometidas na fase de planejamento de projeto do produto, como o sobrecusto (parte imprevisto do montante), muitas vezes acontecem pela ausência do PDP e de

interatividade entre setores. Essas falhas em boa parte não podem ser compensadas pela manufatura, influenciando na qualidade final do produto.

2.2 MODELO DE REFERÊNCIA

Conciliar os interesses distintos entre setores de empresas e atores externos (fornecedores, distribuidores, público consumidor, entre outros) têm motivado autores a desenvolver modelos que estruturam o PDP nas organizações. Analisando os passos da concepção dos produtos sob a perspectiva de atuação de um projetista, identificando e relacionando fases que seriam típicas de um projeto de produto, começam a originar as bases para o que viriam a ser Modelos de Referência. Esses Modelos de Referência são um modelo de gestão de todo o PDP úteis devido à complexidade do processo de desenvolvimento de produto. Fass et al. (2009) complementam, ainda, que o uso de um MR deixa o processo de desenvolvimento de produto mais eficiente, auxilia a concepção de uma equipe de PDP, integra outros processos empresariais, e aproxima a relação tanto dos clientes quanto da cadeia de suprimentos.

Já autores como Vernadat (1996) apontam para a ressalva de que, como o desenvolvimento de cada produto tem características próprias, os seus Modelos de Referência devem partir de um modelo de referência genérico, adaptando-o para uma empresa, um setor ou um arranjo produtivo e tendo como resultado um MR específico. Havendo grande variedade de áreas de desenvolvimento, Cunha (2008) cita alguns autores que se destacaram em áreas específicas, como Ulmann (1997), que ficou reconhecido por profissionais da área de peças mecânicas, enquanto o trabalho de Roozenburg e Eekels (1995) é referência da área de *design*.

É preciso ponderar, também, que há versões e quantidades diferentes de fases em cada MR. Existem aqueles que possuem poucas fases, e os mais extensos podem necessitar de nove etapas ou mais. Isso ocorre devido às diferenças dos processos industriais e complexidade de cada tipo de projeto (ROMANO, 2003). Os modelos possuem estruturas com sequência de fases com diversas formas que podem ser alteradas para cada caso. Essas estruturas são importantes, segundo Baxter (1998), para o planejamento do controle da qualidade do fluxo de atividades e informação.

Enfatizando características de um MR genérico para cada situação, Engwall, Kling e Werr (2005) consideram que a partir dele os Modelos de Referência específicos podem ser interpretados de maneiras variadas. Mesmo modelos que tenham características similares podem apresentar enfoques diferentes. Por outro lado, ainda que da forma mais simplificada, o

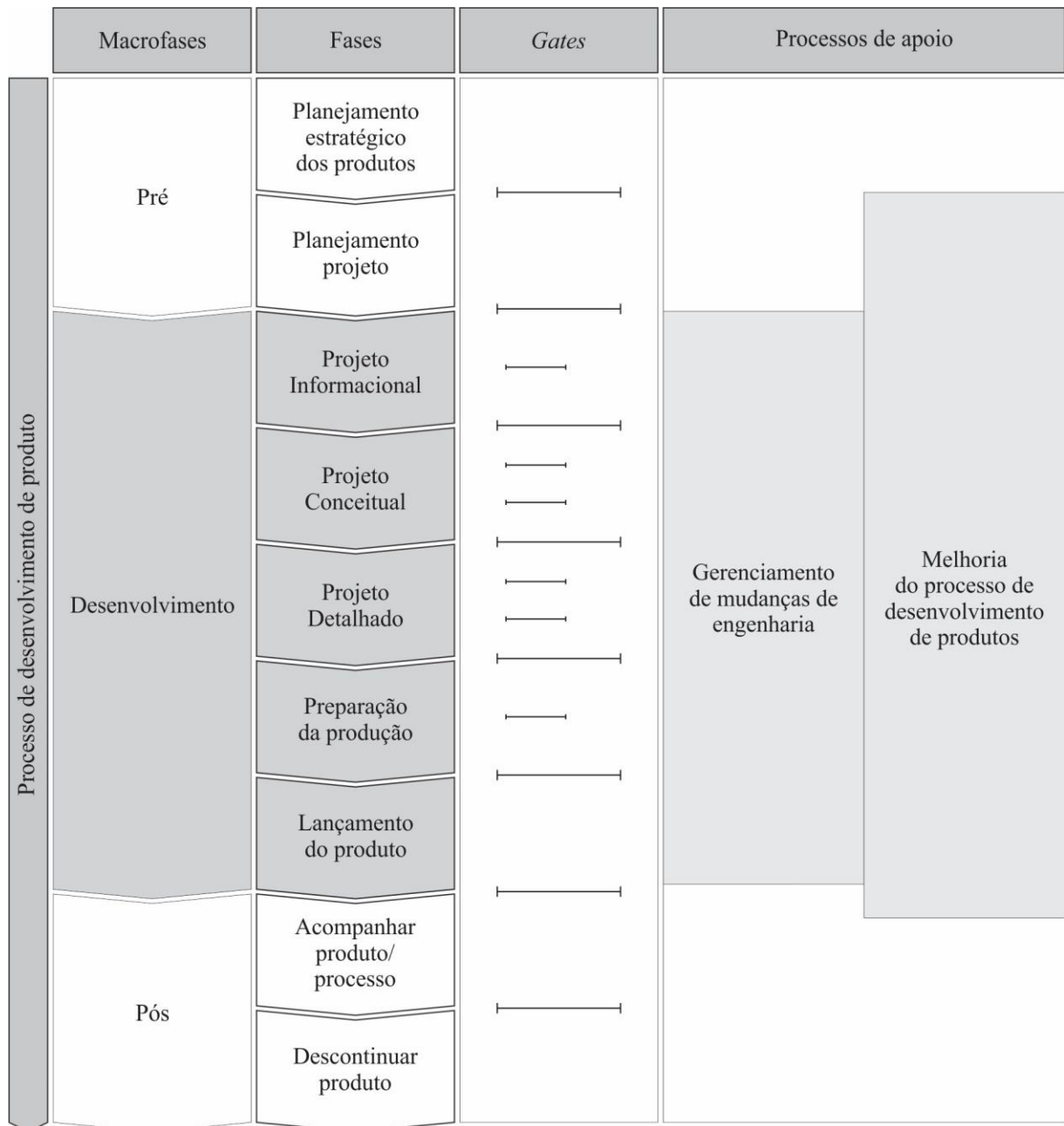
modelo específico deve sempre conter as principais atividades e as melhores práticas de cada processo. Esse modelo vai prever como será a tomada de decisão a respeito das práticas realizadas nos processos de cada fase, assim como abordar os problemas organizacionais. (MUNDIN et al., 2002).

Rozenfeld (2006) afirma que os Modelos de Referência não devem ser convencionados por modelos mentais dos indivíduos que executam as tarefas ou que são responsáveis por elas, visto que um modelo deve ter acessibilidade garantida para todas as pessoas envolvidas e em todas as etapas. Por isso dados devem ser obtidos e registrados a partir das modelagens das ações e da documentação adquirida em cada passo do processo, então com eles é feito um Modelo de Referência de aplicação ampla e de acordo com o perfil da empresa. Esse servirá de base para desenvolver Modelos de Referências específicos para serem usados no desenvolvimento ou melhoria de produtos ou processos inerentes aos casos particulares dessa empresa.

2.3 MODELO UNIFICADO DE REFERÊNCIA

Modelos baseados em paralelismo das atividades, como o Modelo Unificado (MU) de PDP de Rozenfeld et al. (2006), consideram que o PDP seja analisado como um processo de negócio a ser gerido pela empresa permanentemente. O MU é dividido em três “macrofases” (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento) e essas são subdivididas em “fases”, conforme apresentado na Figura 1. O autor postula que em cada fase há elementos de entrada, que são pré-requeridos para dar andamento ao processo, e elementos de saída, que são os resultados da fase, mas também podem ser os resultados que necessitarão ser reformulados. No referido modelo foi utilizado o nome *gates* para denominar a passagem de uma fase (ou parte importante) para outra: “a introdução da sistemática formalizada de *gates* é uma prática que traz grandes benefícios para o desempenho da empresa. Um dos diferenciais do modelo proposto [...] é o de estabelecer formalmente a realização desse tipo de avaliação” (ROZENFELD et al., 2006, p. 70).

Figura 1 – Modelo Unificado do PDP de Rozenfeld et. al. (2006)



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006)

A macrofase de pré-desenvolvimento começa antes de selecionar uma ideia e iniciar os primeiros rascunhos no papel até um planejamento geral do projeto do produto. Nesta etapa acontece o direcionamento estratégico geralmente pelo Planejamento Estratégico da Corporação e juntamente com o portfólio de oportunidades são consideradas todas as restrições para iniciar um projeto, assim como todos os envolvidos.

Os dois objetivos principais dessa macrofase são: 1) garantir a melhor decisão sobre o portfólio de produtos e projetos, respeitando a estratégia da empresa e as restrições e tendências mercadológicas e tecnológicas; 2) garantir que haja uma definição clara

e um consenso mínimo sobre o objetivo final de cada projeto, partindo de uma visão clara sobre as metas do projeto para a equipe e evitando um “desvio de rota” em relação ao papel de cada produto dentro do portfólio da empresa. (ROZENFELD et. al., 2006, p. 58).

Depois que o produto já está lançado também existe uma macrofase importante que pode durar bastante tempo, o Pós-desenvolvimento. Deve acompanhar as metas do produto até o final do ciclo de vida, bem como estar preparada para estender esse prazo se houver justificativa. Com os benefícios dos lucros gerados, é importante a gestão nessa macrofase para solucionar rapidamente os problemas e avaliar novos projetos e o portfólio de produtos.

Entre as macrofases de pré e pós-desenvolvimento está a macrofase de desenvolvimento, também denominada projeto de produto, na qual a entrada é o plano do projeto e a saída é o produto pronto para a comercialização.

Para este trabalho é preciso destacar três fases nas quais baseia-se o desenvolvimento do produto em si: Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado. Estas fases tratam das necessidades dos clientes, requisitos do produto, princípios de solução, alternativas de solução e detalhamento da solução mais viável. As fases subsequentes são de Preparação para Produção e Lançamento do Produto que visam, através do desenvolvimento realizado nas fases anteriores, viabilizar os meios de produção para a produção do produto e as ações necessárias para colocar o produto no mercado atendendo às expectativas dos clientes.

2.3.1 Projeto Informacional

O objetivo dessa etapa é desenvolver especificações-meta do produto. “Essas especificações, além de orientar a geração de soluções, fornecem a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão utilizados nas etapas posteriores do processo de desenvolvimento” (ROZENFELD et. al., 2006, p. 212).

Uma compilação das atividades dessa fase e seus objetivos são descritas no Quadro 1:

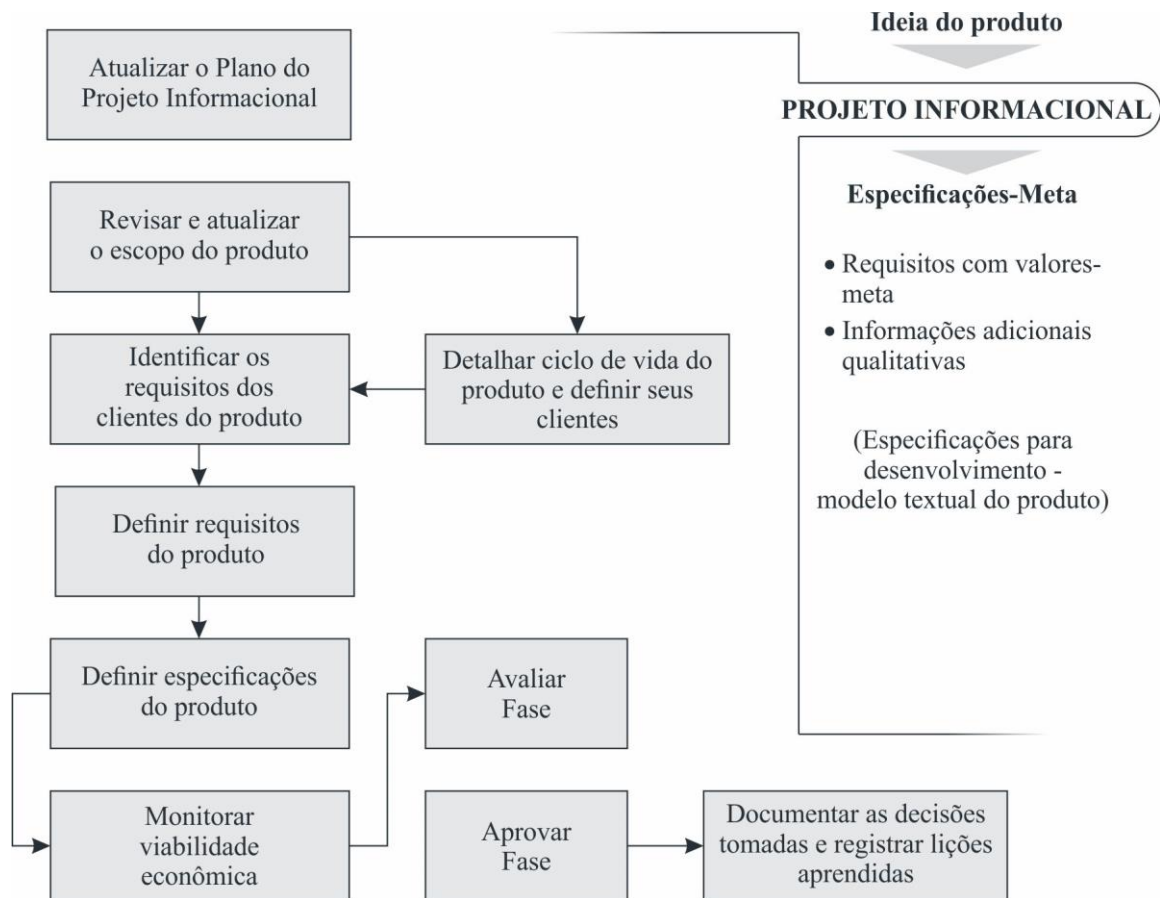
Quadro 1 – Descrição dos Objetivos das Atividades do Projeto Informacional

Atividade	Objetivos
Atualizar o Plano do Projeto Informacional	Compatibilizar o planejamento dessa fase com o efetuado na fase de Planejamento do Produto.
Revisar e atualizar o Escopo do Produto	Estudo do problema de projeto associado ao Escopo do Produto; analisar tecnologias disponíveis e necessárias; pesquisar padrões/normas, patentes e legislação.
Detalhar ciclo de vida do produto	Refinar o ciclo de vida do produto e definir os clientes do projeto ao longo do ciclo de vida.
Identificar os requisitos dos clientes do produto	Coletar, agrupar e classificar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida; definir e atribuir valor aos requisitos dos clientes.
Definir requisitos dos produtos	Converter requisitos de clientes em expressões mensuráveis; analisar e classificar os requisitos do produto; hierarquizar requisitos do produto.
Definir especificações do produto	Valorar requisitos do produto; analisar perfil técnico e de mercado; analisar restrições de projeto (contrato, ambientais, legislação, normas, etc.); elaborar o conjunto de especificações-meta do produto.
Monitorar viabilidade econômica	Verificar se as especificações de custo estão coerentes com o custo-meta estabelecido.

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006)

Ficam organizadas no Quadro 1 as atividades que serão realizadas nessa fase, bem como suas descrições. No Projeto Informacional o foco é definir qual é o problema e observar como os concorrentes apresentam uma solução para ele, e também são observadas as necessidades do cliente de forma subjetiva. Na sequência, com monitoramento econômico, o fim desse conjunto de atividades é registrado no *gate*, onde revisa-se a fase para então tomar uma decisão entre seguir para a próxima fase ou retomar a fase para corrigi-la. As atividades são realizadas conforme o fluxograma da Figura 2:

Figura 2 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006, p. 212)

Ao fim desse conjunto de atividades (Fase do Projeto Informacional), respeita-se o pré-requisito para seguir para a próxima fase, elucidando, com isso, o conceito de *gate*.

2.3.2 Projeto Conceitual

Nesta fase há uma busca por soluções para o problema do projeto, assim como a representação, criação e seleção de soluções.

A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes, ou até mesmo por benchmarking. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto, e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam nas necessidades ou requisitos previamente definidos. (ROZENFELD et. al., 2006, p. 236).

Uma compilação das atividades dessa fase e seus objetivos são descritas no Quadro 2:

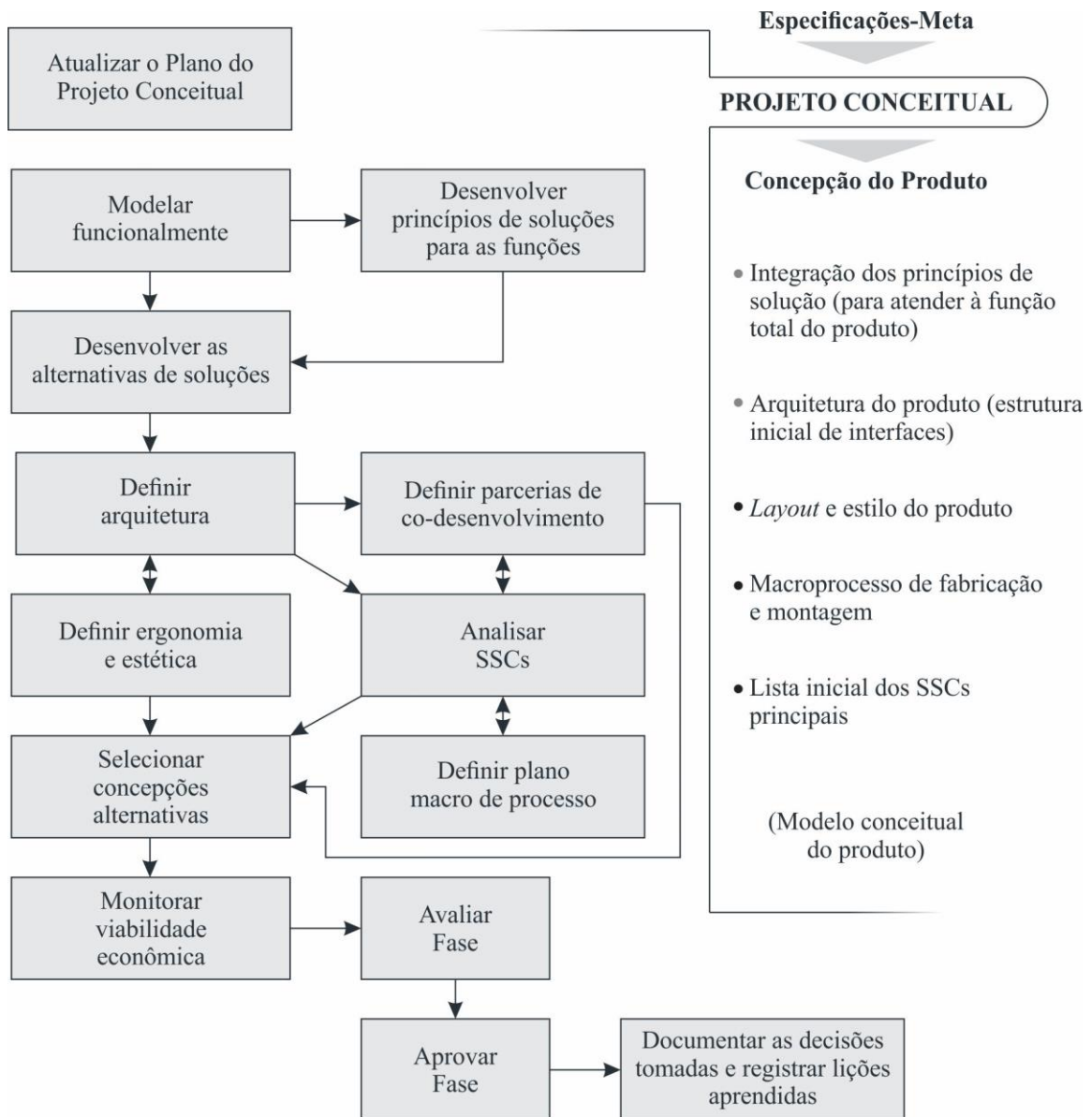
Quadro 2 – Descrição dos objetivos das atividades no Projeto Conceitual.

Atividade	Objetivos
Atualizar o Plano do Projeto Conceitual	Compatibilizar o planejamento dessa fase com o planejamento efetuado na macrofase de pré-desenvolvimento.
Modelar funcionalmente o produto	Analisar as especificações-meta do produto; identificar as funções do produto; estabelecer a função global; estabelecer estruturas funcionais alternativas; selecionar a estrutura funcional.
Desenvolver princípios de solução para as funções	Definir efeitos físicos e portadores de efeitos.
Desenvolver as alternativas de solução para o produto	Combinar os princípios de solução individuais para formar os princípios de solução totais para o produto.
Definir arquitetura	Identificar Sistemas, Subistemas e Componentes (SSC); definir integração entre SSCs das alternativas de projeto.
Analisar Sistemas, Subistemas e Componentes	Identificar e analisar aspectos críticos do produto; definir parâmetros principais (forma, materiais, dimensões e capacidades)
Definir ergonomia e estética do produto	Adequar o produto às características físicas e ao conhecimento do usuário; simplificar as tarefas para operação do produto; prever os possíveis erros humanos.
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	Definir fornecedores e parcerias a partir de critérios (sugeridos)
Selecionar a concepção do produto	Analisar as concepções alternativas; valorar as concepções alternativas; selecionar a concepção mais adequada.
Definir plano macro de processo	Identificar possíveis processos de fabricação dos SSCs.
Atualizar estudo de viabilidade econômico-financeira	Estimar o custo e comparar com os requisitos de custo estabelecidos na fase anterior.

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006)

Esse conjunto de atividades, organizado no Quadro 2, contemplam todas as atividades do Projeto Conceitual. No início dessa fase o produto ainda é tratado de forma abstrata, focado basicamente no problema e não na especificidade da solução. A partir disso serão geradas as alternativas de soluções que se transformam, passo a passo, em uma ideia no produto para solucionar o problema. As soluções do problema, ainda impolidas, não serão definitivas. Ao longo da fase é formado um conceito, cada função do produto é compilada e em geral apresentada com desenhos acompanhados de textos explicativos. As atividades são realizadas conforme o fluxograma da Figura 3:

Figura 3 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006, p. 236)

Na Figura 3 estão organizadas as atividades da Fase de Projeto Conceitual. Ao final, é feita revisão e documentação da fase, prosseguindo para avaliação da aprovação.

2.3.3 Projeto Detalhado

O objetivo dessa fase é desenvolver e finalizar, continuando a fase anterior de forma a integrar todas as especificações do produto. Uma compilação das atividades dessa fase e seus objetivos são descritas no Quadro 3:

Quadro 3 – Descrição dos objetivos das atividades no Projeto Detalhado.

(continua)

Atividade	Objetivos
Atualizar o plano do Projeto Detalhado	Atualizar o plano do projeto criado na fase de planejamento do produto.
Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração	Criar, reutilizar, procurar e codificar SSCs; calcular e desenhar SSCs; especificar tolerâncias; integrar SSCs; finalizar desenhos e documentos; completar Estrutura do Produto.
Decidir fazer ou comprar SSCs	Levantar informações de custos, tempo, capacidades e competências para o desenvolvimento/fornecimento dos SSCs; orçar os SSCs dos fornecedores; decidir entre desenvolver e produzir ou comprar SSC; estimar os custos dos SSCs para a empresa.
Desenvolver fornecedores	Selecionar fornecedores; enviar/atualizar especificações do produto; avaliar amostras dos SSC recebidos; homologar fornecedores.
Planejar processo de fabricação e montagem	Planejar processo de fabricação e montagem macro; desdobrar parâmetros críticos dos componentes fabricados; reutilizar planos de processo existentes; definir/avaliar componente em estado bruto; definir e sequenciar operações; selecionar/especificar máquinas, equipamentos, pessoal e habilidades; especificar fixação e inspeção; selecionar/especificar métodos e ferramental; calcular parâmetros de trabalho; descrever instruções de trabalho; ilustrar operações; obter programa para Comando Numérico Computadorizado (CNC); criar informações/documentos de apoio ao operador; calcular tempos de fabricação e montagem; otimizar fluxo de produção analiticamente; simular processo de fabricação; atualizar <i>Bill Of Material</i> (BOM) ou estrutura do produto.
Projetar recursos de fabricação	Projetar recursos de máquinas, equipamentos, ferramental e instalações.
Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	Analisar falhas; avaliar tolerância analiticamente; planejar testes de produto e processo; desenvolver modelos para testes; executar testes; avaliar os resultados e planejar ações; avaliar consonância da documentação com as normas.
Otimizar produto e processo	Decisão por otimização ou não.

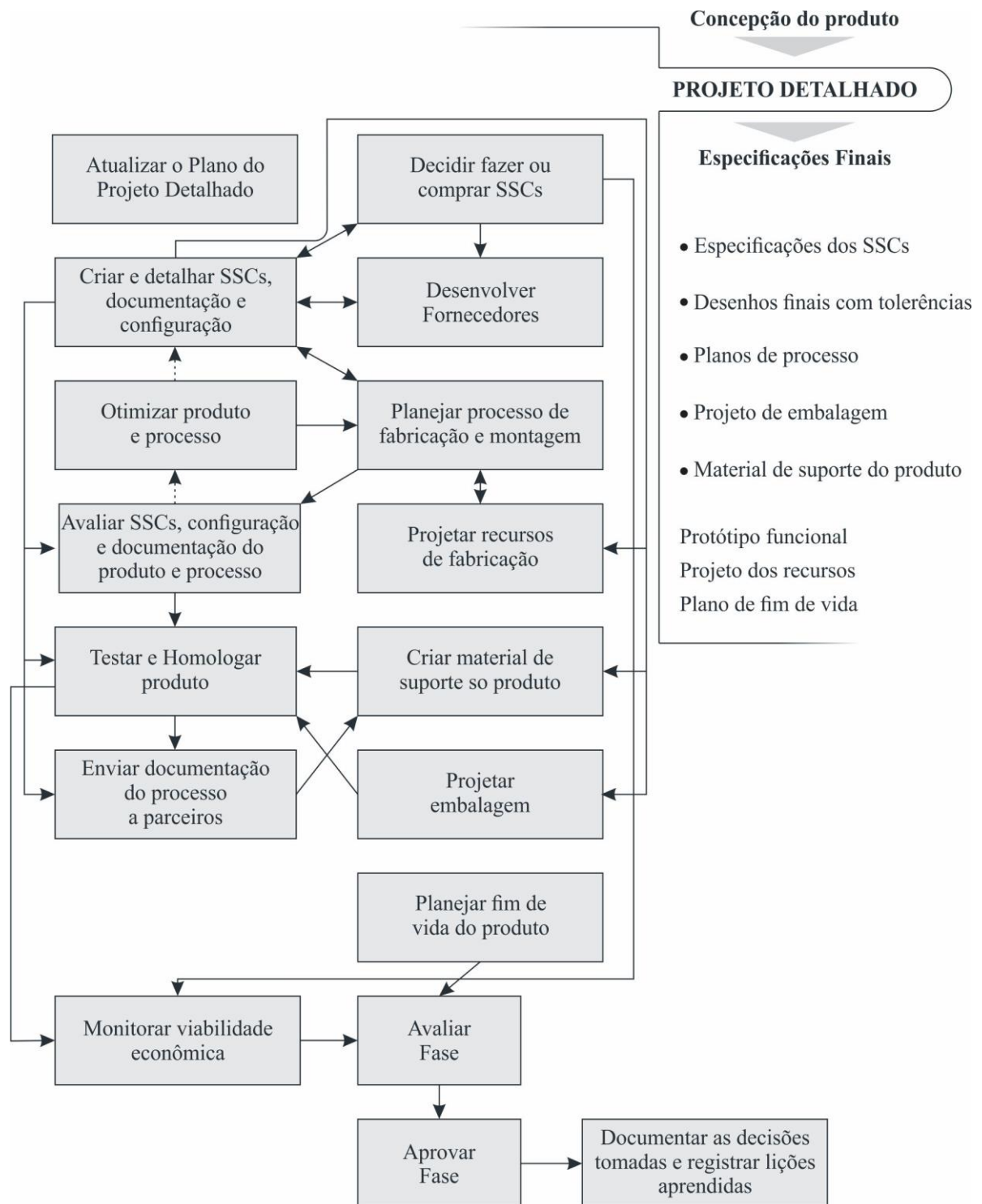
(conclusão)

Atividade	Objetivos
Criar material de suporte do produto	Criar manual de operação do produto; criar material de treinamento; criar manual de descontinuidade do produto.
Projetar embalagem	Avaliar a distribuição do produto; definir as formas e as sinalizações das embalagens do produto; identificar os elementos críticos; adequar embalagem aos elementos críticos; projetar embalagem; planejar processo de embalagem.
Planejar fim de vida de produto	Atualizar informações básicas para a fase de descontinuar o produto.
Testar e homologar produto	Verificar a documentação; verificar a funcionalidade do produto; verificar o atendimento aos requisitos; verificar o atendimento a normas; obter certificado de homologação.
Enviar documentação do produto a parceiros	Enviar documentação para os participantes do projeto: fornecedores, clientes, intermediários etc.
Monitorar a viabilidade econômico-financeira	Receber informações precisas dos padrões de operação e tempos do planejamento de processo.

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006)

Na entrada dessa fase tem-se a concepção do produto e as atividades que a contemplam costumam ser mais longas e detalhadas à medida que a complexidade aumenta. Para sistematizar isso, o autor coloca alguns *gates* intermediários técnicos, como as atividades de SSCs, teste e homologação do produto. As atividades são realizadas conforme o fluxograma da Figura 4:

Figura 4 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Detalhado.

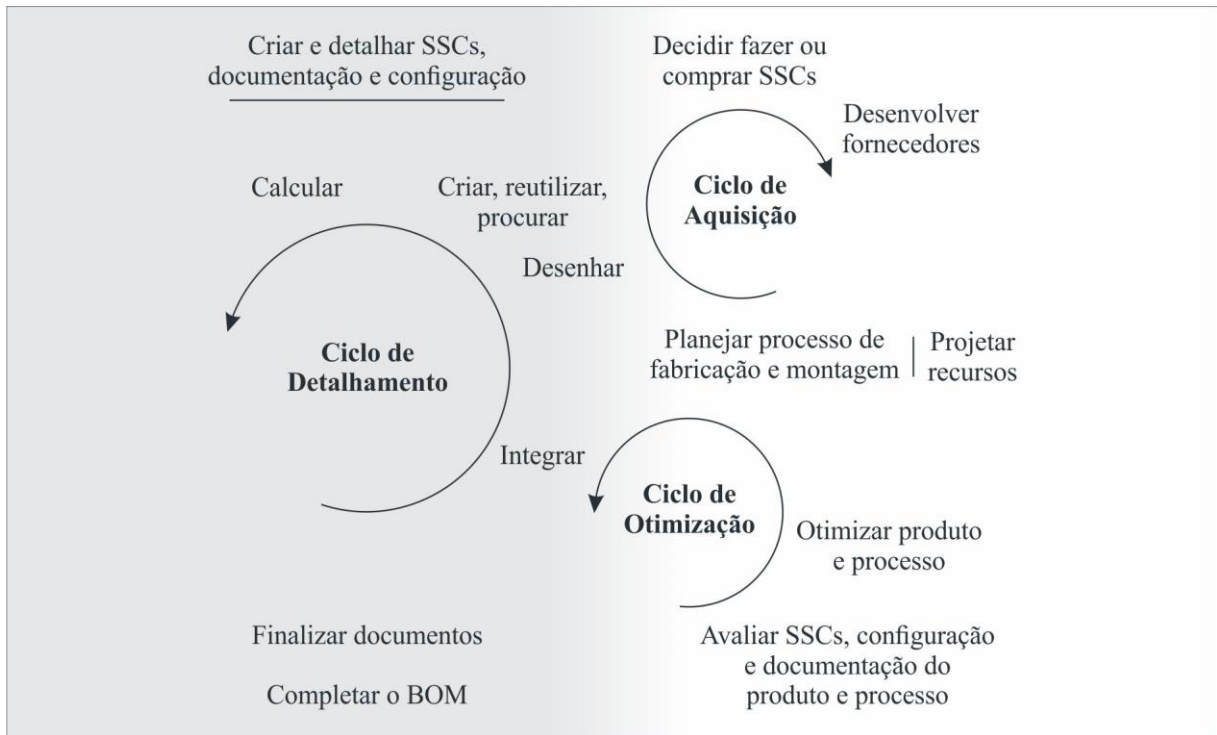


Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006, p. 297)

Nesta Fase é feita a descrição do produto como um todo e, para produtos com maior complexidade, pode haver uma superposição entre as Fases de projeto Conceitual e Detalhado. Esse tipo de situação é mais comum em empresas onde são executados projetos de produtos similares, onde também se aproveitam as experiências e conhecimentos adquiridos em projetos

anteriores. Para Rozenfeld et. al. (2006), é importante que nessa fase as atividades não sejam realizadas em forma ordenada, mas sim de forma cíclica. São três ciclos que asseguram maior paralelismo entre as atividades, Ciclo de Aquisição, Ciclo de Detalhamento, Ciclo de Otimização. Os ciclos são esclarecidos na Figura 5:

Figura 5 – Ciclos da fase de Projeto Detalhado.



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006, p. 296)

Os ciclos não são independentes pois algumas atividades fazem parte de mais de um deles. O Ciclo Detalhamento, por exemplo, abrange todas as atividades de criação e detalhamento de SSCs, portanto no decorrer do Ciclo de Detalhamento são adicionados os ciclos de Aquisição e Otimização para que compartilhem atividades entre si.

2.4 REFRIGERAÇÃO

O produto desenvolvido nesse trabalho, é dirigido a manutenção de temperatura de alimentos para o consumo. De acordo com Gosney (1982), refrigeração consiste em diminuir a temperatura de um corpo ou fluido para temperaturas menores que as disponíveis em um local e instante. Dentre os sistemas de refrigeração mais empregados que não necessitam de temperaturas abaixo da temperatura ambiente, apenas uma contenção de aumento de temperatura, os mais comuns são: refrigeração a ar, empregada em máquinas e componentes

que possam aproveitar o fluxo de ar como motores de motocicletas; e refrigeração por fluido refrigerante, em que um fluido faz uma trajetória em circuito fechado absorvendo calor do corpo quente e sendo transportado a um dissipador, utilizado em motores de automóveis atuais.

Já entre os refrigeradores que fornecem temperaturas abaixo da temperatura ambiente são mais utilizados os: por compressão de vapor, largamente utilizado em ambiente doméstico e industrial, e os refrigeradores termoelétricos. Nos refrigeradores a compressão um gás refrigerante flui em um circuito fechado, ele comprimido em uma câmara onde vai dissipar o calor e posteriormente conduzido e expandido em uma câmara que fica no ambiente em que vai absorver a temperatura (GOSNEY, 1982). Já os refrigeradores termoelétricos, em que os mais utilizados são de efeito Peltier, serão retomados no item 2.5.

Esses métodos de refrigeração têm propriedades diferentes, como: espaço físico disponível, eficiência sistêmica, vida útil, velocidade e capacidade de resfriamento que distinguem a usabilidade entre si, por isso escolhem-se os resfriadores de acordo com a necessidade e compatibilidade com essas propriedades. As células Peltier são menores que os compressores, mais simples e demandam menor energia para partida, ou seja, iniciar a função. Em contrapartida, os compressores são mais eficientes para um longo período de refrigeração e em ambientes maiores (HERMES e BARBOSA, 2012).

Uma cartilha lançada pelo departamento de energia dos EUA em março de 2010 compara a eficiência de Carnot das tecnologias de refrigeração existentes e promissoras, como pode ser observado no Quadro 4:

Quadro 4 – Perspectivas de alternativas para a Tecnologia de Compressão de Gás.

Tecnologia	Máxima eficiência de Carnot teórica	Estado de desenvolvimento	Máxima eficiência de Carnot alcançada	Barreiras de desenvolvimento	Extensão das atividades de P&D	Perspectiva de competitividade com Compressão de Vapor.
Termoelétrica	25-35%	Comercial	10-15%	Médias	Muitos <i>players</i>	Equitativo
Termoiônico	20-30%	Experimental	< 10%	Altas	Poucos <i>players</i>	Inferior
Tunelamento térmico	50-80%	Experimental	Sem dados	Muito Altas	Poucos <i>players</i>	Mediano
Termoacústico	60-100%	Protótipo	≈ 20%	Médias	Muitos <i>players</i>	Bom
Magnético	50-60%	Protótipo	≈ 20% ¹	Médias	Muitos <i>players</i>	Bom
Compressão de gás	70-80%	Comercial	60%	Já desenvolvida	Generalizada	-

Fonte: Brown et. al. (2010), traduzido pelo autor.

Ainda segundo Hermes e Barbosa et. al. (2012), em geral, a eficiência termodinâmica de refrigeradores termoelétricos é entre 10% a 30% da eficiência obtida por compressores mecânicos de vapor para um refrigerador à mesma temperatura.

2.5 TERMOELETRICIDADE

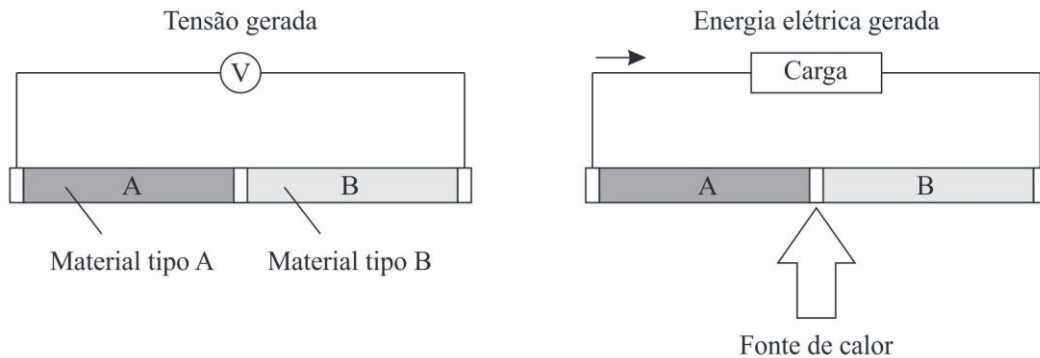
O ramo da física que estuda a transformação na qual as energias elétrica e térmica podem ser convertidas diretamente é chamado de termoeletricidade, ou seja, um par termoelétrico, feito de dois semicondutores de materiais diferentes conectados, que gera um gradiente de temperatura quando é submetido a um potencial elétrico e vice-versa. Em um módulo termoelétrico ocorrem simultaneamente vários efeitos termoelétricos que foram descritos separadamente ao longo da história, como os efeitos Peltier, Thomson, Seebeck e também o efeito Volta, em homenagem ao seu descobridor, Alexandre Volta, pioneiro nos descobrimentos termoelétricos, que constatou que dois materiais diferentes geram diferença de potencial quando tocados. (COSTA et. al., 1982)

O primeiro efeito termoelétrico foi descoberto por Thomas Johann Seebeck e ficou conhecido como Efeito Seebeck, que em 1821 notou que ao juntar dois condutores ou semicondutores de materiais diferentes eles apresentarão uma diferença de potencial nas

¹ Para temperaturas baixas já foram relatadas eficiências mais altas.

extremidades, e o valor da tensão gerada varia com relação à temperatura, ilustrado na Figura 6:

Figura 6 – Efeito Seebeck



Fonte: Adaptado de Campos et. al. (2011)

Esse é o princípio de funcionamento do termopar, utilizado para medir precisamente temperaturas na indústria. Equipamentos usualmente aproveitam esse efeito como uma forma de resgate parcial de energia calorífica gerada por componentes mecânicos e elétricos (HE et. al., 2005).

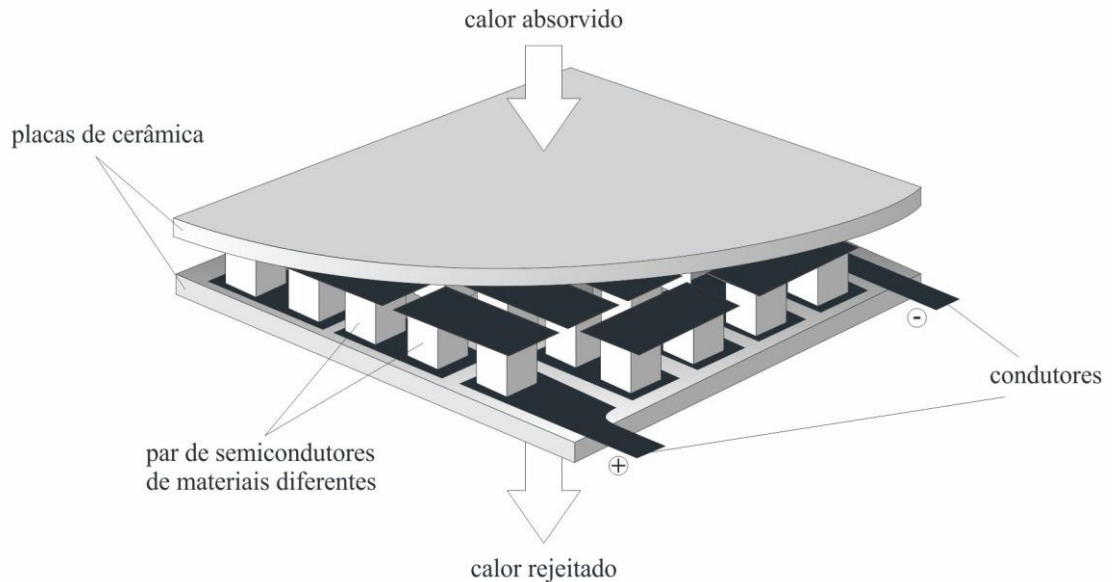
De forma contrária, quando se submete uma diferença de potencial em um par termoelétrico, os elétrons livres são acelerados ou desacelerados ao passarem de um material para o outro. A aceleração faz com que a energia cinética aumente e com isso absorva temperatura do ambiente. E quando há desaceleração a energia cinética diminui, gerando calor. Esse fenômeno, descoberto em 1834, ganhou o nome de seu descobridor, Jean Charles Athanase Peltier, e hoje é conhecido como efeito Peltier (COSTA et. al., 1982). O efeito Seebeck e o efeito Peltier podem ser considerados um só e são nomeados como efeito Peltier-Seebeck ou apenas efeito termoelétrico.

Já em 1851, Willian Thomson descreveu teoricamente que qualquer material metálico quando submetido a uma tensão elétrica vai gerar e absorver calor em suas extremidades, dependendo do sentido da corrente que circula. Com isso, Thompson incluiu o conhecimento sobre o efeito termoelétrico, unindo os fenômenos que ocorrem em uma junção termoelétrica (COSTA et. al., 1982).

As placas termoelétricas modernas, conhecidas como pastilhas ou células Peltier, são construídas com pares de semicondutores de materiais diferentes e ligados em série por um condutor. Eles são lacrados por placas de cerâmica de boa condutividade térmica nas duas superfícies. Então, quando é aplicada uma tensão nos conectores da pastilha será liberado calor

em um lado e o outro lado absorverá calor, se invertidos os polos da célula Peltier também será invertido o lado quente pelo lado frio. De forma contrária, quando são submetidas temperaturas diferentes nos dois lados da pastilha, o resultado será a geração de energia elétrica.

Figura 7 – Ilustração de um módulo termoeétrico.



Fonte: Adaptado de Caltech Material Science (2016)

Devido ao alto custo e baixo rendimento, os módulos termoeétricos são aplicáveis a algumas situações específicas, geralmente de componentes eletrônicos de pequeno porte ou onde não necessite de temperaturas muito baixas. Hermes e Barbosa (2012) apontam que foram utilizados com sucesso pelo programa espacial estadunidense dos anos de 1970 como geradores de energia para satélites e sondas espaciais como as Voyager I e II, por possuírem peso reduzido, alta resistência e principalmente a capacidade de gerar energia elétrica. Outras qualidades relevantes são o controle preciso de temperatura, inexistência de ruído e pequeno tamanho, que fazem com que tenham utilidade em diversos produtos atualmente. Então, as características dos módulos termoeétricos fazem com que tenham aplicações distintas, como é possível observar no Quadro 5:

Quadro 5 – Aplicações de sistemas termoelétricos do tipo Peltier.

Nicho	Aplicação
Automotivo	Controle de temperatura de bancos.
	Controle de temperatura de porta copos.
	Resfriamento de baterias em sistemas híbridos.
	Controle de ar condicionado.
Doméstico	Pequenos refrigeradores.
	Aquecimento de poltronas, camas e cadeiras.
	Estabilizadores de Lasers utilizados para reconhecimento de movimentos (TVs).
	Fornos.
Defesa	Sistemas de resfriamento de Laser.
	Sensores e detectores.
	Trajes para aviação e controle de temperatura.
	Estação espacial internacional.
Biomédico	Estabilização e controle preciso de temperatura.
	Precisão nos ciclos térmicos em pesquisas científicas.

Fonte: Aadaptado de Marlow Industries Inc. (2012) e Telurex Corporation (2012)

Embora os efeitos termoelétricos sejam conhecidos desde o século XIX, o interesse científico, tecnológico e comercial surgiu tardiamente, pode-se destacar o surgimento da *International Thermoelectric Society – ITS* com significativas atividades somente a partir de 1970. E foi apenas com a busca por tecnologias de desenvolvimento sustentável e de menor impacto ambiental, nos anos de 1990, que a tecnologia termoelétrica voltou a ser pesquisada com grande intensidade. Os dois principais caminhos que buscam a melhoria da eficiência dos sistemas termoelétricos, segundo Caltech (2014) são a procura de materiais termoelétricos de desempenho superior e trocadores de calor que demandem potência de bombeamento menor.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Após o delineamento teórico, a metodologia deste trabalho é dividida em quatro etapas, que são denominadas: 1 Pré-desenvolvimento do produto, 2 Desenvolvimento do produto, 3 Construção do protótipo e 4 Conclusão.

A primeira etapa, Pré-desenvolvimento, consiste em realizar atividades que juntam informações necessárias a realizar o projeto do produto que são: documentar o Escopo do Projeto, cruzar com a metodologia desse trabalho a adaptação do modelo de sequência das atividades. Ainda na primeira parte fez-se um levantamento detalhado dos dispositivos já existentes para manutenção de temperatura de bebidas no site do INPI utilizando as palavras “porta-copo”, “porta-lata” e “refrigeração” – com a ressalva de que o foco está no período do consumo, não interessando para este trabalho dispositivos destinados a aquecer ou resfriar as bebidas antes que elas sejam servidas ao público final, como cafeteiras ou refrigeradores –, além de qualificar as soluções encontradas conforme as exigências de pedido de patente.

A etapa seguinte consiste na aplicação do MUR de Rozenfeld et. al. (2006) apresentado parcialmente no item 2.3, fazendo uma análise de todas as atividades das fases conforme as necessidades do trabalho. O foco se dá nas fases de Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado, assim como nas atividades mais pertinentes de cada uma delas que são fundamentais para o desenvolvimento do produto de forma mais completa.

Na sequência, fez-se a aplicação do MUR, conforme os diagramas ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4, executando propostas em cada fase de forma adaptada, de acordo com o identificado na etapa anterior. Estão destacadas no Quadro 6 as atividades das fases de Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado que constituíram a sequência do desenvolvimento do trabalho, selecionadas a partir de Rozenfeld et. al. (2006).

Quadro 6 – Propostas da Fase de Desenvolvimento do produto.

Fase do projeto	Atividade
Projeto Informacional	Atualizar o escopo do produto.
	Definir os principais requisitos do produto.
	Definir as especificações-meta do produto.
Projeto Conceitual	Modelagem funcional do produto.
	Princípios de solução para as funções.
	Desenvolver as alternativas de solução para o produto.
	Definir arquitetura.
Projeto Detalhado	Detalhar SSCS, documentos e configuração.

Fonte: Do autor (2017)

Concluídas as atividades das fases indicadas no Quadro 6, iniciou-se a etapa que consiste na construção de um protótipo do produto desenvolvido. Instalou-se de forma que possa ser utilizado, tomando por base as informações adquiridas nos itens anteriores e alimentando as informações de forma cíclica, intrínsecas a cada fase. E, por fim, a Conclusão a respeito de todo o desenvolvimento do produto incluindo o aprendizado e os resultados obtidos.

CAPÍTULO 4 – PRÉ-DESENVOLVIMENTO

Uma situação de projeto de produto normalmente integra uma equipe de pessoas de diversas áreas e são necessários documentos que sejam acessíveis a todos os interessados, nesse projeto alguns deles serão apresentados com uma utilidade formal. Assim, o pré-desenvolvimento engloba as atividades de uma empresa antes do início do projeto, são compiladas as informações e registrados no escopo de projeto que norteará a sua execução.

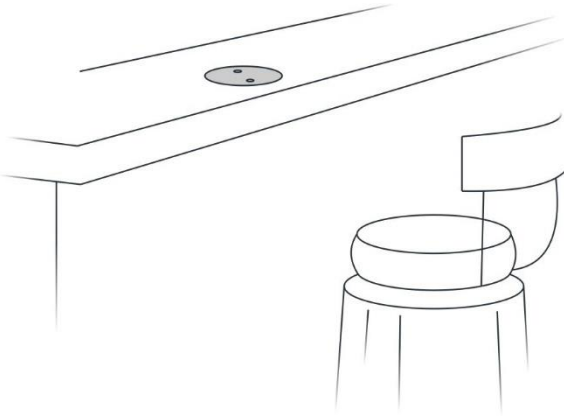
4.1 ESCOPO DO PROJETO

Quadro 7 – Inventário do escopo do projeto.

(continua)

Título
Porta-Copo Elétrico <i>Termotizado</i>
Apelido do projeto
P-CET
Contexto
Esse projeto surgiu da necessidade de manter a temperatura de bebidas e outros produtos alimentícios durante o consumo.
Justificativa
Oportunidade de atender uma necessidade de mercado
Objetivos
Esse projeto deve planejar e construir um equipamento para a manutenção de temperatura de serviço de bebidas e outros produtos alimentícios.
Partes envolvidas
Instituição afetada com a realização do projeto: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, provedora de patente
Equipe responsável
Responsável pela execução do projeto: Diogo Siqueira Gomes, aluno. Supervisão: Prof. Dr. Aldo Braghini Júnior, orientador do trabalho acadêmico e implementação do modelo de referência.

(conclusão)

Produto do projeto
<p>Escopo do produto</p> <p>O produto é um dispositivo para ser afixado em balcões onde são consumidos alimentos. É usado como um auxiliador para manter a temperatura de bebidas ou alimentos líquidos quando seu recipiente é depositado sobre ele. Explorando novas atribuições de um porta-copos, cumpre a missão para as duas finalidades, auxiliar a manter a temperatura de bebidas quentes e frias.</p>  <p>Trata-se de um círculo metálico fixado no balcão que serve de apoio para copos, canecas, cubas e outros. A parte superior é acessível ao usuário e possui botões para o controle. O outro lado é acessível por uma pequena abertura feita no balcão, possui um dispositivo eletrônico que serve para alterar a temperatura do círculo metálico, podendo aquecer ou resfriar.</p> <p>O produto é alimentado por uma fonte e conectado por fios elétricos na parte inferior do balcão e suas funcionalidades são sugestivas. Possuindo apenas dois botões luminosos, eles ativam e indicam a funcionalidade do dispositivo através das cores vermelho e azul, padrões já utilizados para indicação de água quente e fria em torneiras.</p>
<i>Deliverables</i>
De maneira recursiva o projeto deve produzir um trabalho de conclusão de curso, um protótipo funcional e uma patente a ser explorada pelo aluno juntamente com a instituição.
Embasamento teórico
Conforme referências indicadas ao final do trabalho, página 75.
Premissas, limitações e restrições
Existe a necessidade de compra e fabricação sob medida de partes do produto.
Estratégias
Seguir o direcionamento apresentado pelo Modelo de Referência de Rozenfeld, adaptando ao contexto de trabalho acadêmico.
Metodologia
O modelo de referência a ser aplicado é o Modelo Unificado do PDP de Rozenfeld (2006).
Prazos máximos a serem atingidos
O trabalho deve estar completo no dia 05/12/2017, incluindo texto acadêmico e protótipo.
Custo e preço-meta
Por não ser considerado um preço ou meta de venda do produto, são desconsiderados todos os custos de execução desse projeto.
Plano de gerenciamento de escopo
Executado por Diogo e Avaliado por Aldo ao final de cada fase. Aos moldes do modelo de referência, será revisado em cada <i>gate</i> , de Projeto Conceitual, Projeto Informacional, Projeto Detalhado, e finalização do Projeto.

Fonte: Do autor (2017)

4.2 ADAPTAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA E SEQUÊNCIA PARA AS ATIVIDADES

De forma ideal, cada empresa deve ter o Modelo de Referência específico para os seus produtos. No entanto, as diferenças entre eles por vezes trazem a necessidade de adaptação para cada produto em questão. Utilizando-se das informações do Escopo do Projeto e do histórico de modelos de referência de projetos anteriores, faz-se a adaptação do modelo para gerar um específico que atenda às particularidades de um projeto de produto inserido num contexto industrial.

Nesse projeto, dotou-se o tipo de projeto **radical**, por se tratar de um produto completamente novo e o projeto não estar num contexto de outros projetos em uma fábrica. Havendo necessidade de considerar completamente o Modelo de Referência para a adaptação. Existem também os projetos do tipo **plataforma**, em que o produto não é completamente novo, necessitando de mudanças significativas no modelo; os projetos do tipo **derivado**, que fazem apenas uma adição ao catálogo de produtos não sendo necessária alteração no modelo de referência; e os projetos do tipo **follow source**, que além de não necessitar de mudanças o modelo ainda pode ser simplificado até mesmo eliminando a fase de Projeto Conceitual. (ROZENFELD, 2006)

Para esse projeto foram elencadas as seguintes atividades a partir da necessidade para desenvolvimento do produto dentro de um trabalho acadêmico. Por tratar-se de apenas um desenvolvedor pôde-se arbitrar pela ordem das atividades sem considerar o planejamento de atividades em período paralelo, não aplicável a esse projeto.

Com relação ao Projeto Informacional, tem-se:

- a) Atualizar Escopo do Produto;
- b) Definir os principais requisitos do produto;
- c) Definir as especificações-meta do produto.

Na fase do Projeto Conceitual, são elencadas as seguintes atividades:

- a) Modelagem funcional do produto;
- b) Princípios de solução para as funções;
- c) Desenvolver as alternativas de solução para o produto;
- d) Definir arquitetura.

A terceira fase da etapa denominada acima de aplicação é o Projeto Detalhado, que pode ser resumido na atividade de: Detalhar SSCs, documentos e configuração.

Foram, portanto, selecionadas as atividades com base no Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld, a partir de sua relevância para o desenvolvimento do produto no contexto do trabalho. Embora as atividades sejam aplicadas ordenadamente, ainda pode-se considerar que é aplicado também o conceito de ciclos de atividade, não tendo necessidade de conclusão de uma atividade para o início de outra dentro de cada uma das fases.

4.3 LEVANTAMENTO DE TECNOLOGIAS EXISTENTES

Por se tratar de um produto novo, devem-se notar as soluções encontradas para resolver o mesmo problema ao que o P-CET se propõe sanar. Para conseguir isolar o conteúdo podem ser usados copos térmicos feitos de materiais poliméricos em substituição à cerâmica. Essa solução não é aplicável em algumas situações como a de restaurantes que servem o alimento em utensílios sofisticados ou não são comuns para alimentos como sopas. O que se propõe é uma alternativa que não necessite alterar o recipiente cerâmico ou metálico em que é servido o alimento, sendo também uma alternativa para um movimento atual exigindo produtos livres de BPA (Bisfenol A), uma substância ainda presente em copos de polycarbonato e que carece de estudos acerca de possíveis malefícios a saúde.

4.3.1 Porta-Copos Descartáveis de Papel

Resumo: São suportes de papel geralmente impressos. Servem para apoiar um copo ou uma garrafa dificultando a troca de calor com o balcão. Também retêm a umidade impedindo que a água molhe a mesa. Possui pouca variabilidade de tamanho.

Preço de referência: R\$ 0,50 a unidade para tiragem mínima de 500 unidades;

Material: Papel couchê 250g

Tamanho: 85mm x 85mm.

4.3.2 Porta-Copos reutilizáveis de *Polyvinyl chloride* (PVC)

Resumo: São suportes de PVC impressos. Servem para apoiar um copo ou uma garrafa para que esses não sejam colocados diretamente na mesa. Possui pouca variabilidade de tamanho.

Material: PVC de 1mm;

Preço: R\$ 1,00 a unidade para tiragem mínima de 50 unidades;

Tamanho: 85mm x 85mm;

Material: PVC 1mm de espessura;

4.3.3 Outros materiais e formatos de porta-copos.

Resumo: Podem ser feitos de metais, polímeros, madeira e outros. Possuem preços e formatos variados. Esses podem ter apelo de *design* e ser apresentado como um produto com mais sofisticação.

Exemplo: O copo Kwak possui um porta-copo suporte de madeira, em que fica suspenso apoiado na curvatura do copo na parte superior. Um copo kwak não tem contato com a mesa ou o porta copo na parte de baixo.

4.3.4 Outros Produtos Relacionados Patenteados

Foram considerados os produtos mais próximos obtidos através de pesquisa online no INPI, utilizando as palavras-chave: porta-copo, porta-lata e refrigeração.

- a) Porta-Lata Refrigerador Utilizável como Copo. Registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI): Pi 1100421-5 A2

Data de publicação: 05/03/2013

Resumo: PORTA-LATA REFRIGERADOR UTILIZÁVEL COMO COPO. Patente de invenção para um porta-lata refrigerador utilizável como copo, que é compreendido por um compartimento em formato cilíndrico aberto na sua parte superior e fechado na sua parte inferior dotado de um afunilamento parcial que recebe em sua parte superior uma tampa. Uma tampa em formato cilíndrico aberta em sua parte superior e a inferior dotada parcialmente de um afunilamento na parte superior e dotada internamente abaixo de sua borda superior uma saliência que se projeta horizontalmente para a parte interna da tampa sendo que nessa saliência mantém fixo o anel de vedação. Anel de vedação dotado de um formato circular dotado de um canal externo o qual se encaixa na saliência interna existente na tampa e forma levemente boleada na sua parte inferior.

- b) Instalação de Porta-Copo de Veículo. Registro no INPI: Br 202014032119-0 U2

Data de publicação: 16/02/2016

Resumo: INSTALAÇÃO DE PORTA-COPO DE VEÍCULO. Uma instalação de porta-copo de veículo é fornecida e inclui um porta-copo. Uma moldura de porta-copo é acoplada ao porta-copo e tem um elemento óptico que recebe luz e um elemento refletivo que envolve parcialmente o elemento óptico e redireciona a propagação da luz no interior do elemento óptico, em que a luz escapa através de uma região transmissora de luz do elemento óptico.

CAPÍTULO 5 – PROJETO INFORMACIONAL

Nesse capítulo estão as atividades referentes a fase de Projeto Informacional, onde não existe a necessidade de detalhamento do produto, mas sim da organização das informações referentes ao seu desenvolvimento.

5.1 ATUALIZAR O ESCOPO DO PRODUTO

O Porta-copo Elétrico *Termotizado* tem a finalidade de ajudar a manter a temperatura da bebida, assim, permanecendo mais tempo na sua temperatura de serviço. É dividido em duas partes, uma aparente ao usuário nomeada de **porta-copo** e outra de **controle** que deve ficar sob a superfície.

Os **porta-copos** são fixados em uma superfície e necessitam de um espaço na parte de baixo para que seja instalada a ligação elétrica. Dois botões dão a opção ao usuário escolher que o porta-copos esquente, esfrie ou desligue quando já existir uma ação iniciada e são indicados por luzes de *Light Emitting Diode* (LED) vermelho e azul que sugerem o auto aprendizado. Podem ser instalados mais porta-copos para que sejam alimentados pela mesma fonte e formem um conjunto.

As partes que compõem o porta-copo são:

- a) Superfície porta-copo: feita de metal redondo de aproximadamente 90 mm de diâmetro e 3 mm de altura, possui dois furos onde são encaixados os botões de comando.
- b) Dois botões impermeáveis de luz LED IP67, tensão 12 volts, DC 6 amperes, 16 mm, um com indicação de luzes azul e outro vermelho, modelo KBT001141;
- c) Uma célula Peltier de 40 X 40 mm e 2 mm de altura, modelo TEC1-12706, 6 amperes;
- d) Um dissipador de alumínio com 40 X 40 mm e 10 mm de altura;
- e) Um *fan* com 40 X 40 mm 12 volts 0.11 amperes.

A parte de **controle** irá receber os comandos do usuário e acionar a *termotização* e luzes indicadoras do porta-copo. Quando o botão acionado for o azul, o controle deve resfriar, atingindo uma temperatura próxima a de zero graus Celsius e acender a luz azul indicadora. Quando o botão acionado for o vermelho, o controle deve esquentar o porta-copo a uma temperatura segura e confortável e acender a luz vermelha indicadora. No caso em que um

botão já esteja acionado o usuário pode apertar o outro botão para cancelar a *termotização* apagando o *LED* e indicando o fim da função.

5.2 DEFINIR OS PRINCIPAIS REQUISITOS DO PRODUTO

Nessa atividade começam a ser interpretadas as vontades dos clientes quanto ao produto, informações que são obtidas através de pesquisas e os dados são geralmente na forma qualitativa. Aqui podem ser aplicadas algumas ferramentas que traduzem essas informações para uso técnico de engenharia, ou seja, traduz-se para números. Nesse trabalho, serão traduzidos os requisitos mais importantes para a formalização do produto dentro do projeto acadêmico. A obtenção desses requisitos fez-se utilizando *checklist*: baseado na proposta de Pugh (1990, citado por ROZENFELD et al, 2006).

Checklist:

A) Desempenho

É importante que o produto resfrie ou aqueça a superfície de maneira rápida, condizente com a velocidade de consumo de alimentos e bebidas. Cada P-CET precisa ajudar a manter a temperatura de apenas um recipiente por vez. Não necessita de temperatura precisa, mas deve estar dentro das capacidades do sistema para evitar sobrecarga, desgaste ou perda da função.

B) Meio ambiente

Para a manufatura as grandes peças a serem consideradas são metálicas e alguns circuitos eletrônicos, sendo possível a reciclagem. Durante o uso produzirá umidade quando estiver em modo de resfriamento, inerente ao fenômeno físico associado a baixas temperaturas. Deve produzir ruído minimizado.

C) Vida em Serviço

Os materiais e peças utilizados tem expectativa de 5 (cinco) anos de uso.

D) Eficiência

É esperada baixa eficiência energética devido à tecnologia existente e priorizando a simplicidade do produto.

E) Transporte

Irrelevante. Não será comercializado ao final do projeto e o protótipo será apresentado instalado.

F) Embalagem

Irrelevante. Não será comercializado ao final do projeto. A expectativa do produto e todos os componentes ocupem um volume inferior a 300mm³

G) Quantidade

Será construído um protótipo e desconsiderado produção escalável no projeto.

H) Infraestrutura

Será necessária terceirização da usinagem de peças.

I) Tamanho e peso

Restrição de tamanho deve ser de tamanho reduzido para melhorar a eficiência da troca de calor, mas que ao mesmo tempo seja compatível com o maior número de utensílios.

J) Estética, aparência e acabamento

Deve ter tamanho próximo ao de porta-copos convencionais, a fim do reconhecimento de sua função e utilização por parte do consumidor do alimento ou bebida em questão.

K) Materiais

A peça metálica deve priorizar o material de melhor condutividade térmica.

L) Normas

Norma Técnica ABNT NBR 5410 para instalações de equipamentos elétricos de baixa tensão.

M) Ergonomia

O produto deve ter aparência amigável de fácil percepção de funcionalidade.

N) Armazenamento e vida de prateleira

Produto não perecível

O) Testes

Teste de capacidade de resfriamento e aquecimento, bem como gráfico para medição de velocidade de mudança de temperatura.

P) Segurança

Instalação técnica padrão de dispositivos elétricos domésticos. O porta-copo, parte acessível ao usuário, não terá potência para atingir temperaturas inseguras.

Q) Política do produto

Irrelevante. Não será comercializado ao final do projeto.

R) Implicações sociais e políticas

Irrelevante. Não será comercializado ao final do projeto.

S) Responsabilidade do produto

Deve integrar o local onde for instalado com a possibilidade de higiene combinante.

T) Operação e instalações de fábrica

Irrelevante. Não será fabricado ao final do projeto.

U) Reuso, reciclagem e descarte

Irrelevante. Não será comercializado ao final do projeto

Utilizando-se *checklist* completo observa-se todos os requisitos relevantes para o projeto de maneira qualitativa.

5.3 DEFINIR AS ESPECIFICAÇÕES-META DO PRODUTO.

Considerando os 11 (onze) requisitos considerados relevantes a partir do *checklist* do item 5.2, há a necessidade de hierarquizar, e o Diagrama de Mudge se faz interessante para uso de critério de comparação entre os requisitos. Os requisitos são representados pela letra em maiúsculo juntamente com uma nota atribuída à comparação: (=0) requisitos de importância igual; (A=1) mais importante; (A=3) moderadamente mais importante; (A=5) muito mais importante.

Figura 8 – Diagrama de Mudge.

	B	D	H	I	J	K	L	M	O	P	Σ	%
A	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	A=5	50	22%
	B	B=3	B=1	B=3	=0	K=5	L=5	=0	O=5	P=5	7	3%
		D	D=1	I=0	=0	K=5	L=5	M=5	O=5	P=5	1	0%
			H	I=0	J=5	K=5	L=3	M=5	O=5	P=5	0	0%
				I	I=5	I=1	L=5	M=5	O=5	P=5	6	3%
					J	J=5	L=5	=0	O=5	P=5	10	4%
						K	L=5	K=5	O=5	P=5	20	9%
							L	L=5	L=5	L=5	43	19%
								M	O=5	P=5	15	7%
									O	P=5	35	15%
										P	40	18%

Requisitos do produto
A) Desempenho
B) Meio ambiente
D) Eficiência
H) Infraestrutura
I) Tamanho e peso
J) Estética, aparência e acabamento
K) Materiais
L) Normas
M) Ergonomia
O) Testes
P) Segurança

Fonte: Do autor (2017)

Com os resultados obtidos no Diagrama de Mudge, considera-se o requisito “Desempenho” como mais importante para o produto. O resultado é condizente, pois há necessidade de desempenho para venha a ser um produto funcional com utilidade prática. Também com nível alto de importância, deve obedecer a norma técnica para projeto de equipamentos elétricos juntamente com o terceiro requisito mais importante, “Segurança”. Os requisitos foram classificados no Quadro 8:

Quadro 8 – Hierarquização dos requisitos.

Hierarquização dos requisitos do produto	Classificação	Valor	%	Requisitos para o produto
	1º	48	20	A) Desempenho
	2º	45	19	L) Normas
	3º	40	17	P) Segurança
	4º	31	13	O) Testes
	5º	26	11	K) Materiais
	6º	15	6	M) Ergonomia
	7º	15	6	I) Tamanho e peso
	8º	8	3	J) Estética, aparência e acabamento
	9º	7	3	B) Meio ambiente
	10º	1	0	D) Eficiência
	11º	0	0	H) Infraestrutura

Fonte: Do autor (2017)

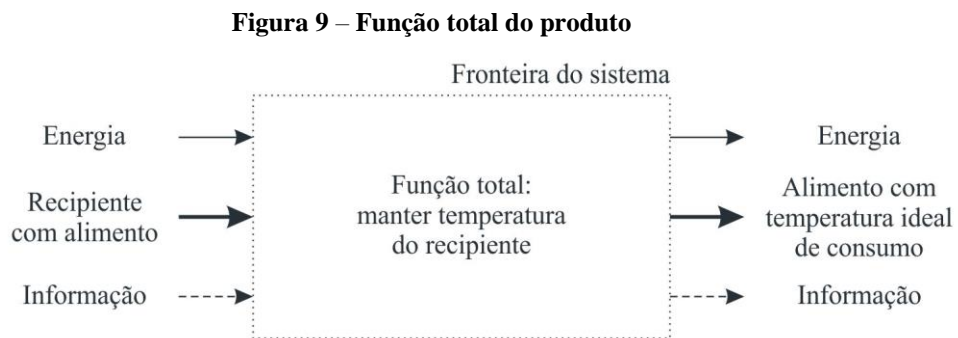
Ficam demonstrados no Quadro 8 de hierarquização dos requisitos do produto quais os requisitos mais importantes para o desempenho do projeto do produto.

CAPÍTULO 6 – PROJETO CONCEITUAL

Nesta fase, apresenta-se uma busca por soluções existentes, criações de soluções direcionadas sem nenhuma restrição, representação por meio de esquemas e desenhos, e seleção de soluções aplicando-se as ferramentas propostas no pré-projeto.

6.1 MODELAGEM FUNCIONAL DO PRODUTO

Modelar funcionalmente auxilia na obtenção de soluções. A representação das funções desejadas numa esfera abstrata possibilita a criação livre, contribuindo para o aumento das opções. A função do produto é representada por entradas e saídas de: energia, material e informação em forma de árvore de relações entre as funções:

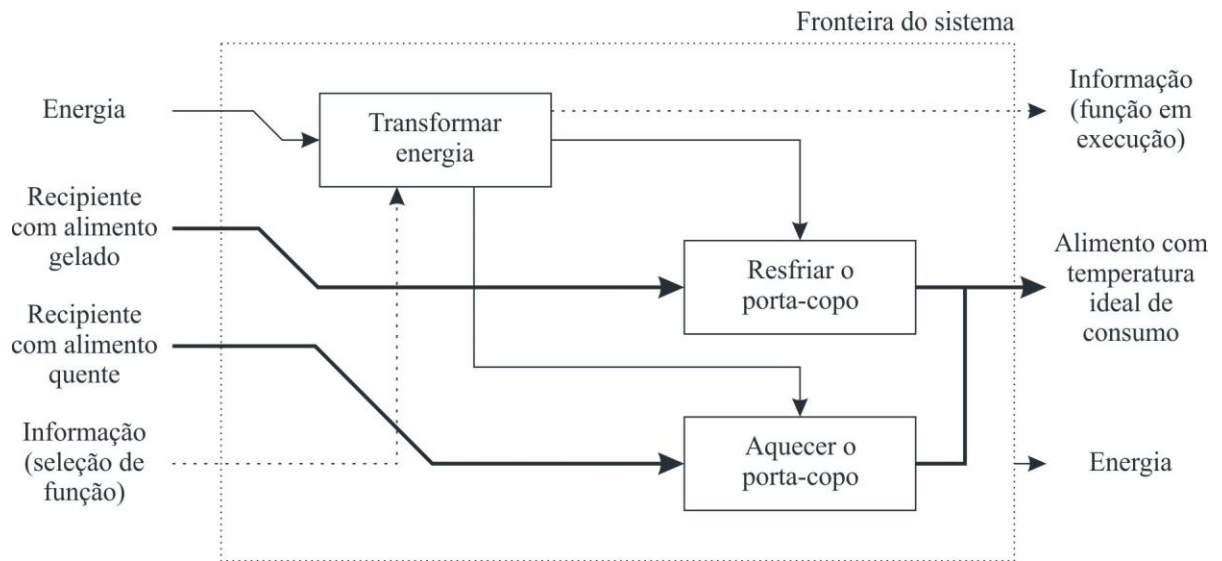


Fonte: Do autor (2017)

A função total do produto é “manter a temperatura do recipiente” que contém o alimento. Para isso, as entradas do sistema são: energia, recipiente com alimento e o sinal da informação, ou seja, a escolha da função desejada (ajuste da temperatura).

Desdobrando a função total do produto, obtêm-se em funções básicas internas:

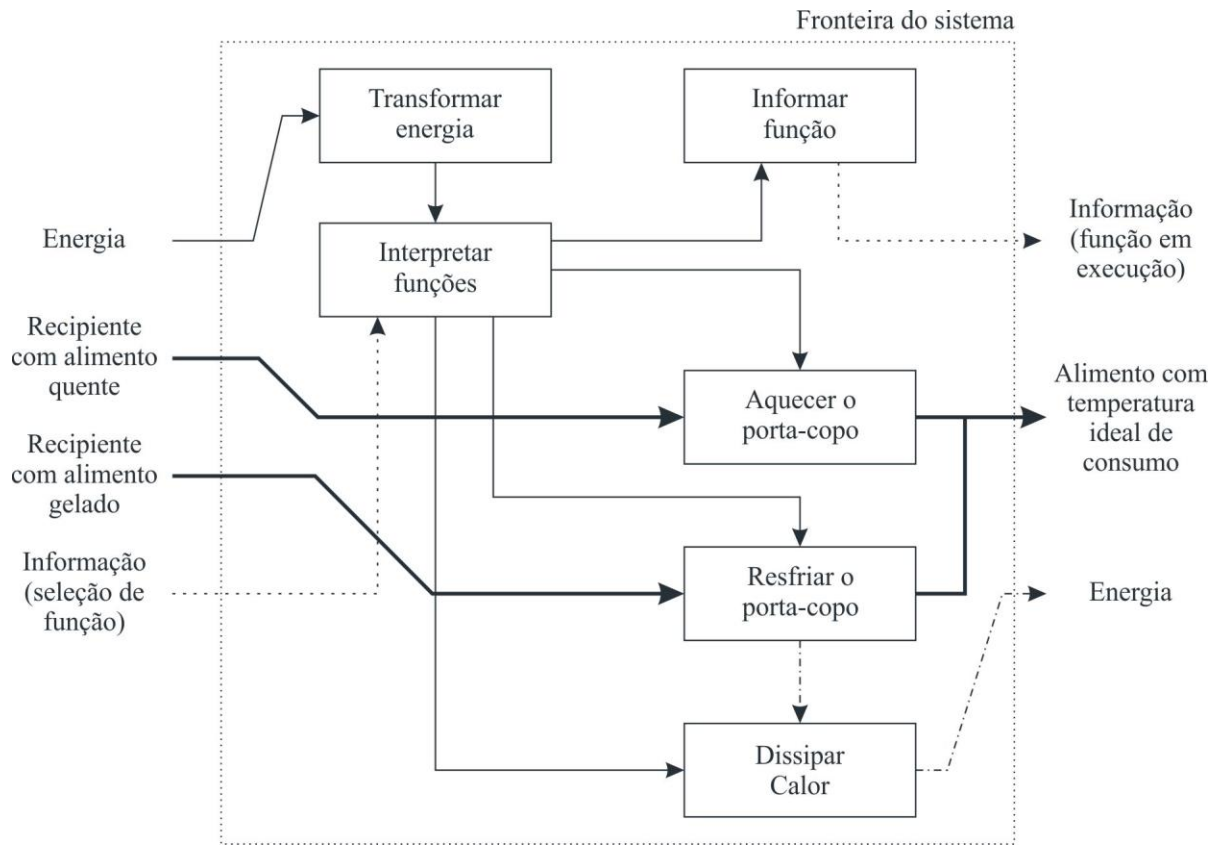
Figura 10 – Modelagem funcional com estrutura intermediária de funções



Fonte: Do autor (2017)

A partir destas funções básicas, o resultado dessa atividade de fase é apresentado na Figura 11 com o incremento das funções internas, em que se tem todas as funções do produto inter-relacionadas:

Figura 11 – Modelagem funcional com estruturas de funções completa



Fonte: Do autor (2017)

De posse das informações de estruturas e interdependência das funções, onde estão relacionados os fluxos de energia, materiais e sinais, é possível iniciar as soluções para cada função.

6.2 PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO PARA AS FUNÇÕES

Nesta etapa busca-se um efeito físico que, por meio de seu comportamento, possa ser atribuído a cada uma das funções da modelagem funcional. Para cada efeito físico é atribuído um portador do efeito capaz de realizar a tarefa desejada. E, por fim, o princípio de solução, que deve referenciar seus atributos sem referenciar material, forma ou dimensão.

Quadro 9 – Funções atribuídas ao efeito físico

Função	Efeito físico	Portador do efeito	Princípio de solução
Transformar energia	Transformar a intensidade de uma corrente elétrica.	Transformador de energia elétrica.	Adequar a energia da rede elétrica para alimentar o sistema.
Interpretar funções.	Enviar a energia adequada ao funcionamento de cada parte do equipamento quando solicitado.	Placa de circuito integrado.	Circuito integrado específico para a função.
Informar função	Transformar energia elétrica em energia luminosa.	Lâmpada	Acender uma lâmpada para informar a execução de uma função.
Aquecer o porta-copo	Transformar energia elétrica em energia térmica.	Célula peltier	Recebendo energia elétrica no polo adequado a célula peltier deve emitir calor na parte superior e absorver energia térmica na parte inferior.
Resfriar o porta-copo	Transformar energia elétrica em energia térmica.	Célula peltier	Recebendo energia elétrica no polo adequado a célula peltier deve absorver calor na parte superior e dissipar energia térmica na parte inferior.
Dissipar calor	Liberar calor para o meio.	Dissipador	As aletas que recebem energia térmica devem liberar o excesso para o meio.

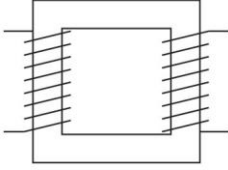
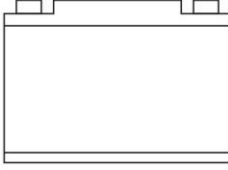
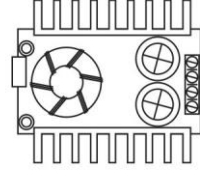
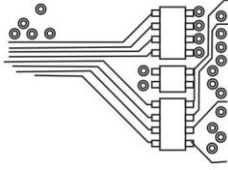
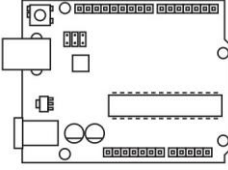
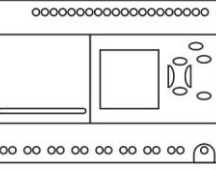
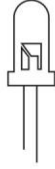
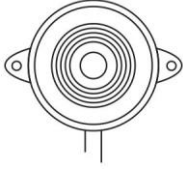
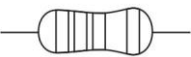
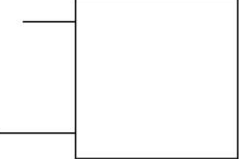
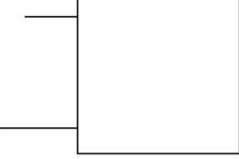
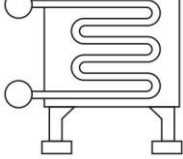
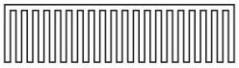
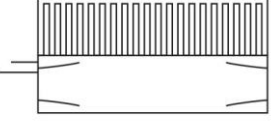
Fonte: Do autor (2017)

Com a descrição dos fenômenos físicos é possível uma indistinta busca por materiais e componentes. Serão listadas as possibilidades de soluções para cada função no item 6.3.

6.3 DESENVOLVER AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA O PRODUTO

Para que se possa ilustrar as alternativas de soluções usa-se uma matriz morfológica, na qual ficam explicitados os princípios de soluções que são combinados para gerar alternativas de solução para o produto, separadas por cada função elementar.

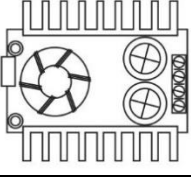
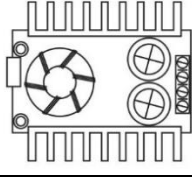
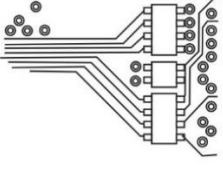
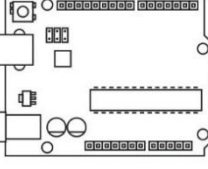
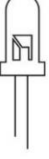

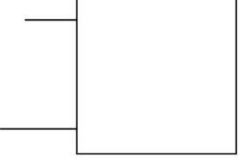
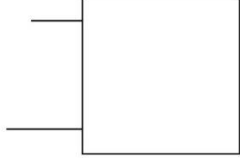
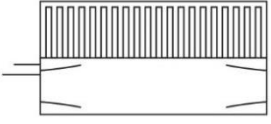
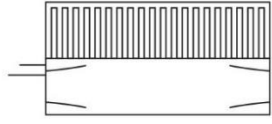
Quadro 10 – Princípios de soluções

Funções	Princípios de solução		
Transformar energia	 Transformador	 Bateria	 Conversor
Interpretar funções	 Circuito integrado	 Sistema microcontrolado	 <i>Relé</i> programável
Informar função	 LED	 Buzzer	-
Aquecer o porta-copo	 <i>Resistor</i>	 <i>Célula Peltier</i>	-
Resfriar o Porta-copo	 <i>Célula Peltier</i>	 <i>Compressor</i>	-
Dissipar calor	 <i>Dissipador</i>	 <i>Dissipador ativo</i>	-

Fonte: Do autor (2017)

As soluções apresentadas no quadro podem formar 114 (cento e quatorze) conjuntos distintos considerando todas as possíveis soluções. Considerando os critérios de: restrições de compatibilidade e o compartilhamento de soluções, acesso a componentes, maximização de utilização de componentes de uso popular, arbitrou-se por duas possibilidades de solução para o produto.

Quadro 11 – Alternativas de solução

Funções	Alternativas de solução	
	1	2
Transformar energia		
	Conversor	Conversor
Funções	Alternativas de solução	
	1	2
Interpretar funções		
	Circuito integrado	Sistema microcontrolado
Informar função		
	LED	LED
Aquecer e resfriar o porta-copo		
	Célula Peltier	Célula Peltier
Dissipar calor		
	Dissipador ativo	Dissipador ativo

Fonte: Do autor (2017)

Cada coluna apresenta um conjunto de soluções como alternativa de solução para o produto, doravante denominadas “Solução 1” e “Solução 2”.

6.4 DEFINIR ARQUITETURA

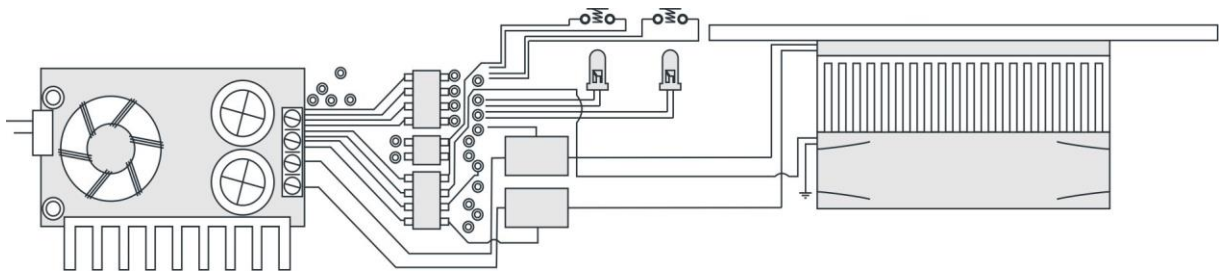
Para atender cada função do produto a ser desenvolvido, ele é desdobrado em Sistemas, Subsistemas e Componentes. Este desdobramento facilita a execução, na medida em que possibilita a distribuição destas categorias a diferentes equipes, para que se encontre em

separado a solução para cada elemento. Cada alternativa de solução (Solução 1 e Solução 2) oriunda da Seção do capítulo 6.3 será tratada como uma alternativa de projeto. A arquitetura dos modelos apresentados nos tópicos a seguir visa apenas ilustrar os encadeamentos elétricos entre as peças, desconsiderando escalas e proporções reais.

6.4.1 Modelo de Solução 1

O modelo 1 compreende o conjunto da Solução 1. Por razão de suas funções particulares, uma direciona ao controle elétrico de funcionamento e outra à qual o utilizador tem acesso, o modelo é dividido em dois sistemas, o Sistema de controle 1 e o Sistema de interface do utilizador.

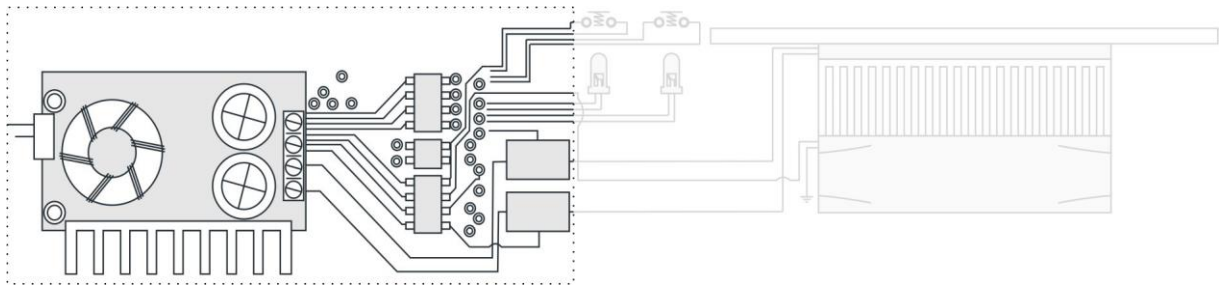
Figura 12 – Modelo de solução 1



Fonte: Do autor (2017)

No Sistema de Controle 1 (Figura 13) ficam as partes elétricas que fornecem energia a todos os módulos e interpretam as funções escolhidas pelo usuário. Um componente desse sistema é o conversor de energia, que alimenta um subsistema inerente ao sistema de controle. Esse subsistema é de interpretação, correspondente ao circuito integrado. Os componentes do circuito integrado são portas lógicas e relés.

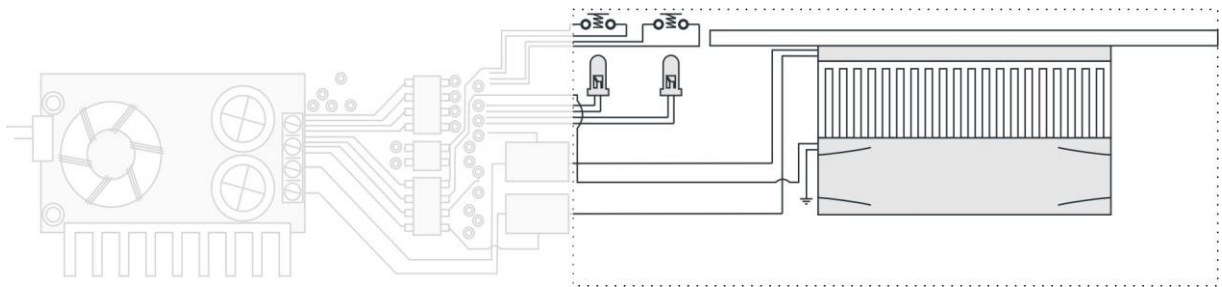
Figura 13 – Sistema de controle 1



Fonte: Do autor (2017)

Por outro lado, o sistema de interface do utilizador (Figura 14) é visto pelo usuário, no qual pode-se escolher a função desejada, observar as luzes de indicação de função e tirar proveito do efeito térmico do produto. Os componentes são botões, *LEDs*, superfície portacopo, célula Peltier e dissipador ativo.

Figura 14 – Sistema de interface do utilizador



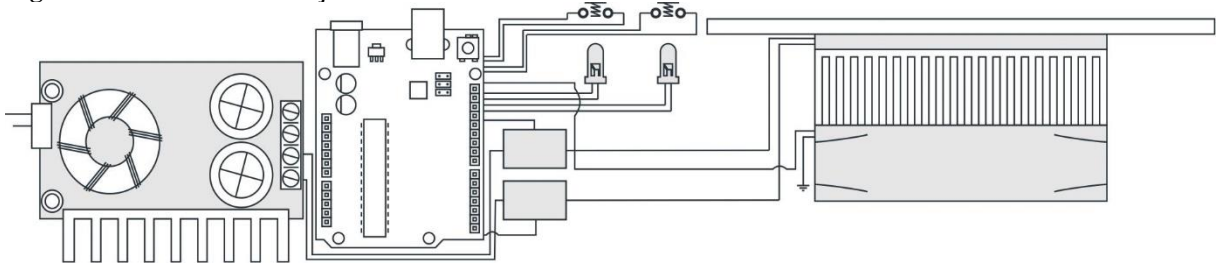
Fonte: Do autor (2017)

Esse sistema é comum para os Modelos de Solução 1 e 2, conforme resultado apontado no Quadro 11.

6.4.2 Modelo de solução 2

A Figura 15 representa o conjunto 2 de soluções.

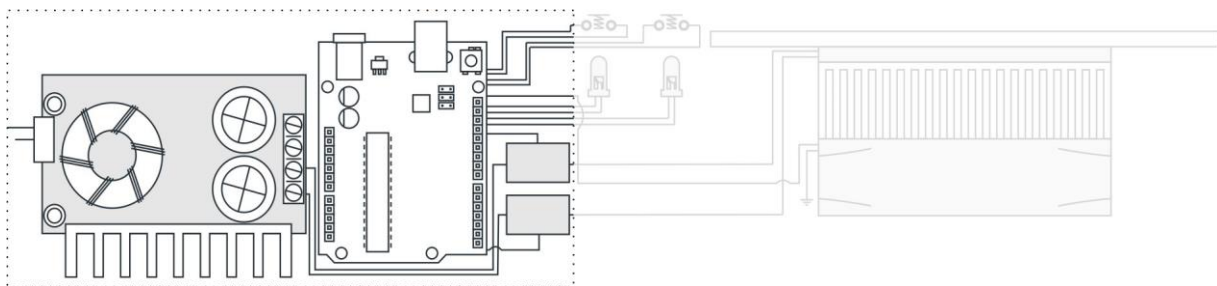
Figura 15 – Modelo de solução 2



Fonte: Do autor (2017)

Como parte do Modelo de Solução 2, o Sistema de Controle 2, também ficam as partes elétricas fornecedoras de energia e interpretação das funções escolhidas pelo usuário. O mesmo componente conversor de energia é utilizado. Um subsistema é trocado por um componente de interpretação, onde é empregado um sistema microcontrolado no lugar da confecção de um circuito integrado.

Figura 16 – Sistema de controle 2



Fonte: Do autor (2017)

Esse modelo também é dividido em 2 sistemas, sendo o de controle e sistema de interface do utilizador, o qual apresenta-se de forma idêntica ao apresentado no Modelo de Solução 1.

6.5 ANALISAR SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES

A partir dos SSC expressados no item 6.4, é feito um refinamento identificando aspectos críticos que em um contexto fabril servirão para o desenvolvimento de processos de fabricação e parceiros de fabricação para os modelos de solução. De modo que este trabalho é realizado com vistas a fins acadêmicos, desconsidera-se a necessidade de parcerias fixas e atém-se apenas aos elementos que incidirão diretamente na construção do protótipo. A Análise de SSCs está indicada no Quadro 12.

Quadro 12 – Análise de SSCs

Modelo de solução	Sistema	Subsistema/Componente	Manufatura/Compra	Restrições	Metas
1 e 2	Sistema de controle 1 e 2	Conversor de energia	Compra	Tensão (volt) e corrente (ampere); Potência exigida pela célula Peltier	Alimentar todo o sistema
1	Sistema de controle 1	Circuito integrado	Compra de componentes	Necessidade de manufatura	Uso de quantidade mínima de componentes.
2	Sistema de controle 2	Sistema micro-controlado	Compra	Necessidade de desenvolvimento de programação	-
1 e 2	Sistema de controle 1 e 2	Módulo de relés	Compra	Corrente (ampere) mínimo compatível para acionamento da célula Peltier	Proximidade da corrente mínima.
1 e 2	Interface do utilizador	Botão metálico impermeável	Compra	Corrente (ampere); umidade; possuir <i>LED</i> .	Possibilidade de implementação na superfície porta-copo
1 e 2	Interface do utilizador	Célula Peltier	Compra	Potência	Atingir 0°C na superfície porta-copo
1 e 2	Interface do utilizador	Dissipador ativo	Compra	Dimensões mínimas do tamanho da célula Peltier;	Eficiência para dissipar calor; Dimensões mínimas de altura.
1 e 2	Interface do utilizador	Superfície porta-copo	Manufatura terceirizada	Diâmetro mínimo para o encaixe de componentes	Diâmetro para compatibilidade de um porta-copo; material de alta taxa de transferência de calor; diâmetro pequeno para troca rápida de temperatura

Fonte: Do autor (2017)

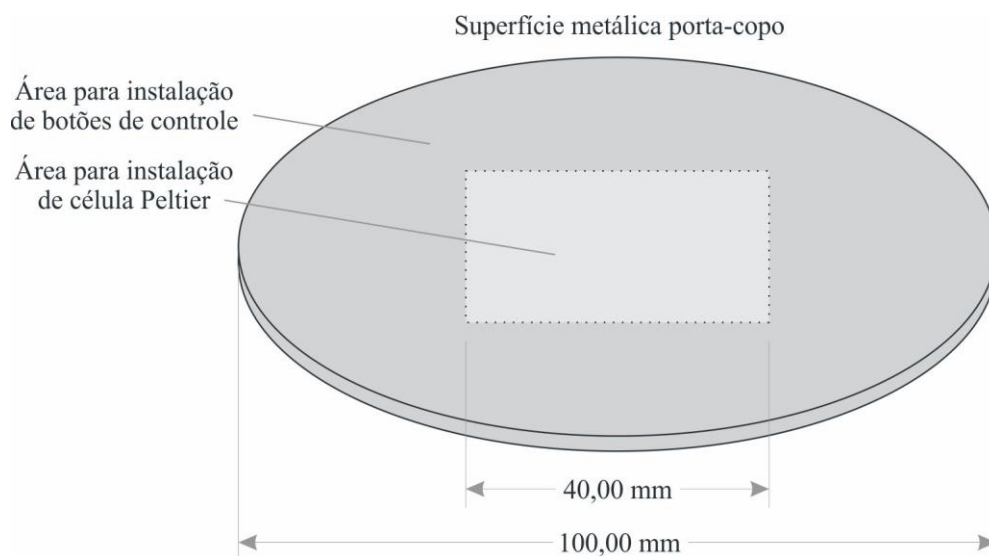
Essas características e limitações de cada subsistema e componente fazem parte do critério para tomada de decisão acerca dos SSC, serão retomadas no Capítulo 7, juntamente com os resultados do estudo de Ergonomia do Produto (item 6.6). O uso das soluções, no entanto, pode ser pré-estabelecido com a abdicação do Modelo de solução 1, que depende do desenvolvimento de um circuito integrado a partir de portas lógicas, uma tecnologia obsoleta e em desuso. E continuação do circuito com sistema microcontrolado, descrito no Modelo de solução 2, é atual e a mesma arquitetura pode ser utilizada para construção de um circuito integrado com base em microprocessadores e utilização ou adaptação do mesmo software, possibilitando produção escalável.

6.6 DEFINIR ERGONOMIA E ESTÉTICA DO PRODUTO

É parte do desenvolvimento prever a utilização, a segurança e a adaptabilidade ao uso juntamente com a estética do produto. Esses fatores abrangem desde o que o produto representa para o consumidor até o entendimento por parte dele quanto ao posicionamento da marca. De acordo com Kotler (1980, p. 161), a “posição de um produto é a maneira como ele é definido pelos consumidores no que diz respeito aos atributos importantes – o lugar que o produto ocupa nas mentes dos consumidores em relação aos produtos concorrentes”.

O porta-copo P-CET funciona coordenadamente com o usuário. Por se tratar de um aparelho instalado como complemento de um ambiente através de um acesso feito em uma superfície de instalação, é uma meta que seja amigável e de autossugestão quanto ao uso. Partindo da forma de um porta-copo convencional, é necessária uma peça para que seja posicionada sobre uma superfície, a peça será usinada em metal que distribuirá a temperatura fornecida pela célula Peltier.

Figura 17 – Componente superfície de metal

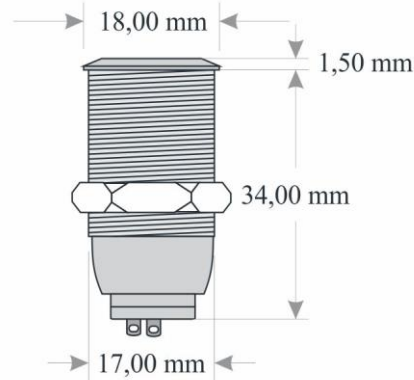


Fonte: Do autor (2017)

O diâmetro convencional de porta-copos em papel é 90,00 mm. A partir dessa medida, com uma superfície metálica de 100,00 mm já é possível a instalação centralizada da célula Peltier na parte inferior com espaço para a instalação de dois botões de acionamento.

Para o acionamento dos dois comandos do P-CET, é necessária a instalação de botões metálicos impermeáveis, com a parte superior do botão aparente ao utilizador, constituindo o *design*.

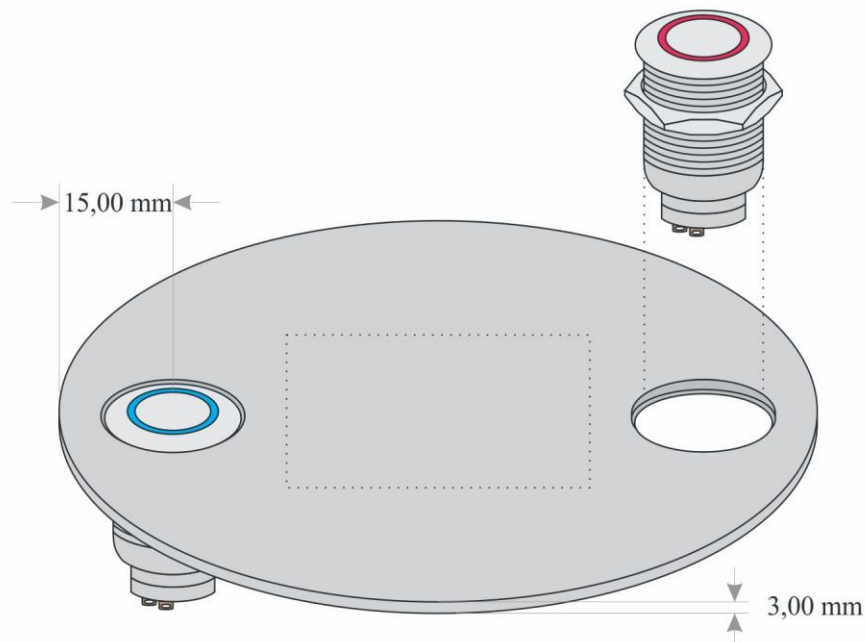
Figura 18 – Botão *push button* em aço



Fonte: Do autor (2017)

Esses botões necessitam ser passíveis de transpassar na superfície porta-copo para levar a informação do utilizador até o sistema de controle e possuírem uma rosca para fixação. Para essa necessidade, os botões mais comuns do mercado são do tipo *push button* em aço inox e possuem iluminação *LED* das cores dentre outras, azul ou vermelho. A assimilação dessas cores é de fácil correspondência com a funções de esquentar e resfriar, já utilizadas em torneiras como indicação de água quente e fria.

Figura 19 – posicionamento dos botões na superfície de metal



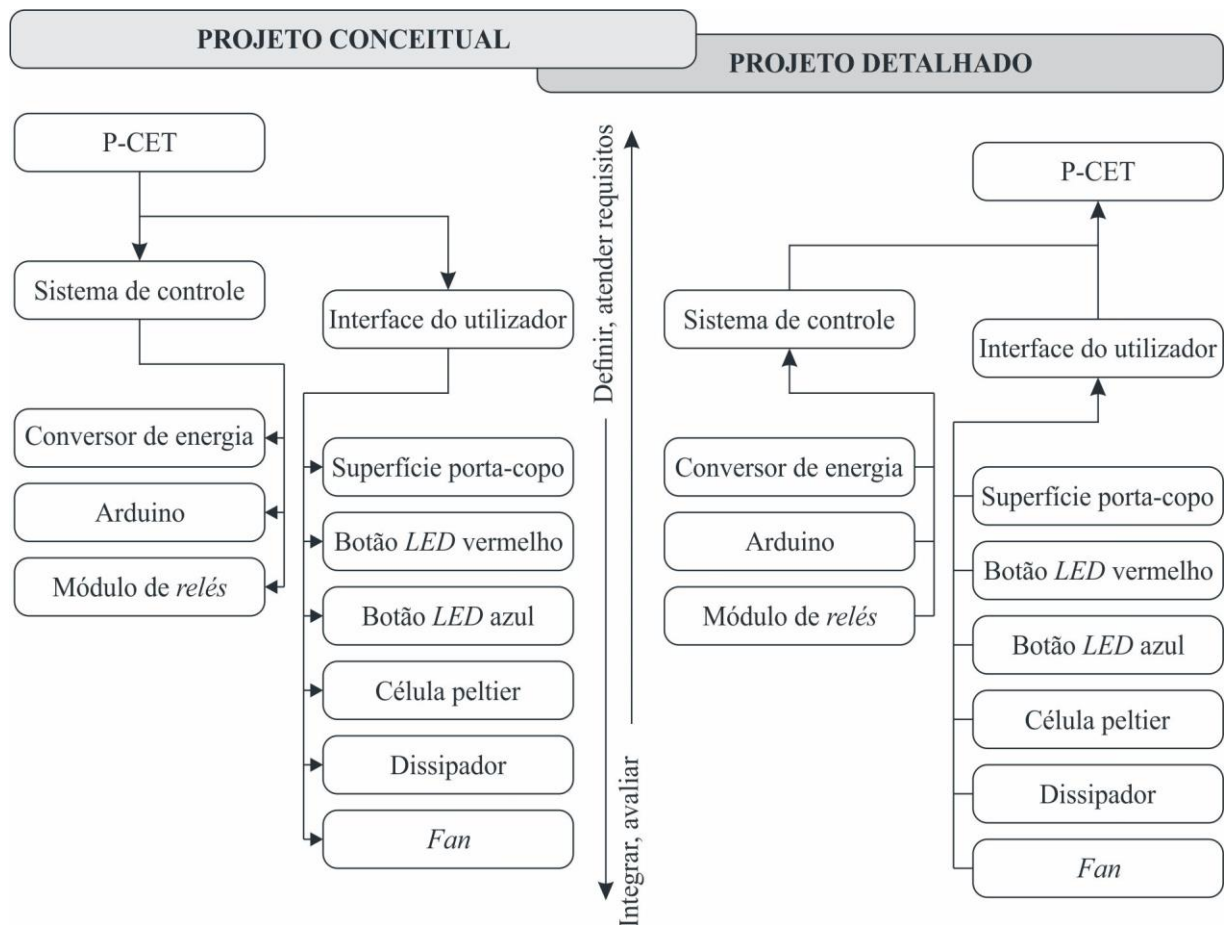
Fonte: Do autor (2017)

O sistema de controle não deve ficar aparente depois da instalação, portanto os cabos que farão a comunicação devem passar embaixo da superfície de instalação.

CAPÍTULO 7 – PROJETO DETALHADO

Em continuidade a fase Projeto Conceitual (Capítulo 6), nessa fase serão desdobrados todos os SSCs, suas associações, bem como especificações do produto para que possam ser encaminhadas a manufatura. Em geral, acontece uma superposição de fases no projeto Detalhado em relação ao Projeto Conceitual (Figura 20).

Figura 20 – Superposição entre fases do Projeto Conceitual e Detalhado



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et. al. (2006, p. 295)

A fase de Projeto Detalhado acontece em ciclos e acompanhado de revisões da fase anterior (Capítulo 6). Isso acarreta na necessidade organização, documentação e configuração dos SSCs, obedecendo normas técnicas.

7.1 DETALHAR SSCS, DOCUMENTOS E CONFIGURAÇÃO

Essa é a atividade central do Projeto Detalhado e está relacionada com a maioria das atividades dessa fase. Daqui resultarão as principais especificações do produto para que possam ser produzidos.

7.1.1 Listar, codificar SSCs

Codificar SSCs é uma atividade realizada em ciclos, são deixadas lacunas para preenchimento ou retirada de SSCs na lista de códigos. Os códigos serão usados para tratar todos os SSCs, conforme o Quadro 13:

Quadro 13 – Codificação de SSCs

Sistema de controle (SC) ou Interface do utilizador (IU)	Subsistema (S) ou componente (C)	Número do componente	Código resultante	Nome do componente	Conexões elétricas (E) ou Mecânicas (M) entre componentes
SC	C	10	SCC10	Conversor de energia	E
SC	C	20	SCC20	Circuito microcontrolado	E
SC	C	30	SCC30	Módulo de <i>relés</i>	E
IU	C	10	IUC10	Superfície porta-copo	M
IU	C	21	IUC21	Botão <i>LED</i> vermelho	EM
IU	C	22	IUC22	Botão <i>LED</i> azul	EM
IU	C	30	IUC30	Célula Peltier	EM
IU	C	41	IUC41	Dissipador	M
IU	C	42	IUC42	<i>Fan</i>	EM
IU	C	43	IUC43	<i>Cooler</i> + dissipador	EM

Fonte: Do autor (2017)

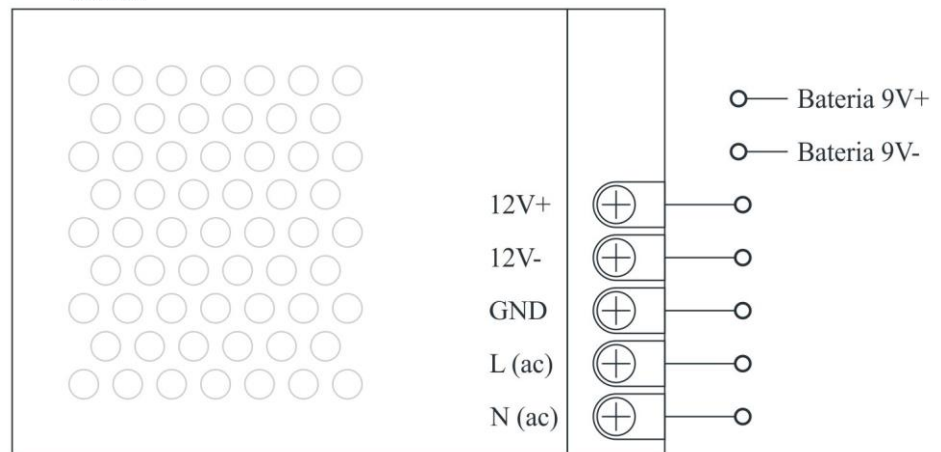
Os componentes são interligados entre si por conexões que podem ser tanto eletrônicas quanto mecânicas. Alguns componentes possuem fixações apenas com o balcão a ser instalado e não são indicados no Quadro 13.

7.1.2 Integração elétrica dos SSCs

Os nós elétricos são criados com referência no componente SCC10 (conversor de energia), para todas as ligações de 12 volts são utilizados cabos encapados de silicone de 1,5 milímetros e as outras ligações são utilizados cabos encapados de silicone de 0,8 milímetros. Os componentes são descritos assim como os nós de ligações são indicados nas Figuras 21 a Figura 27.

Código SCC10 - Conversor de energia modelo Colmeia 12V/5A, Figura 21:

Figura 21 – SSC10 - Conversor de energia.
SCC10

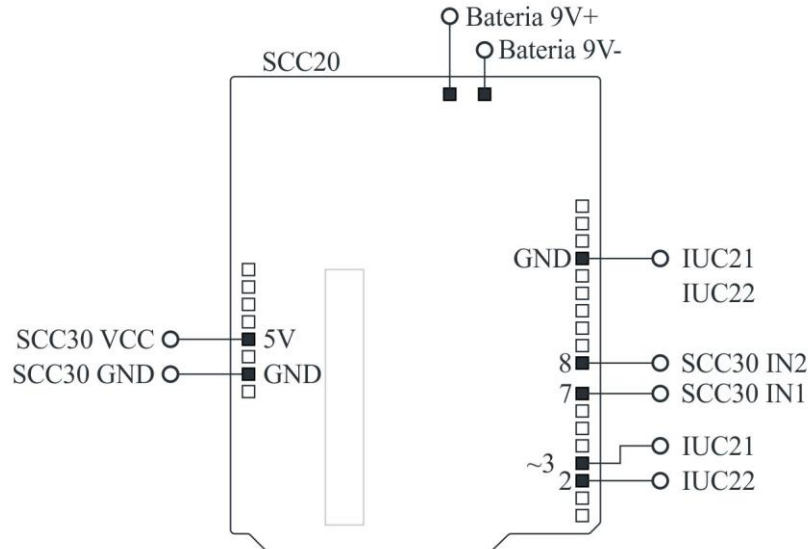


Fonte: Do autor (2017)

A alimentação do componente SCC10 da Figura 21, é feita a partir da rede elétrica local, nos nós L e N, a tensão é bivolt e por isso pode ser de 110 volts ou 220 volts. Esse componente tem a função prover energia suficiente para que a célula Peltier, componente IUC30 da Figura 26, opere na potência de fabricação. Para proteção dos circuitos eletrônicos são colocados nós de 9 volts separados em uma bateria.

Código SCC20 – Circuito microcontrolado modelo Arduino Mega 2560, Figura 22:

Figura 22 – SSC20 – Circuito microcontrolado.

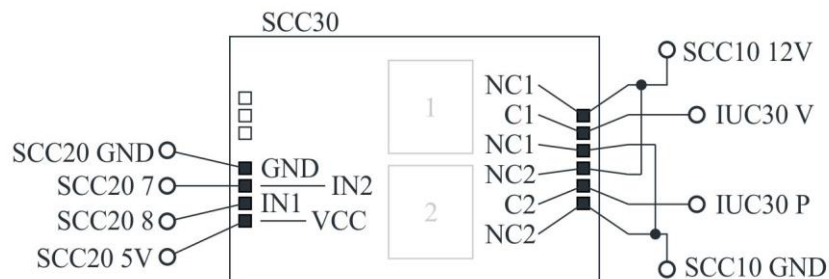


Fonte: Do autor (2017)

A alimentação do circuito microcontrolado (SCC20), Figura 22, é feita separadamente por bateria 9 volts. Nesse componente é utilizado programa feito em linguagem de programação C++ (Apêndice 1) que vai interpretar ações dos componentes IUC21 e IUC22, Figuras 24 e 25, assim como enviar comandos de acionamento do componente SCC20 da Figura 22 e responder a ação acionando *LEDs* dos componentes IUC21 e IUC22.

Código SCC30 – Módulo de *relés* modelo 4MD04 5V 2 canais, Figura 23:

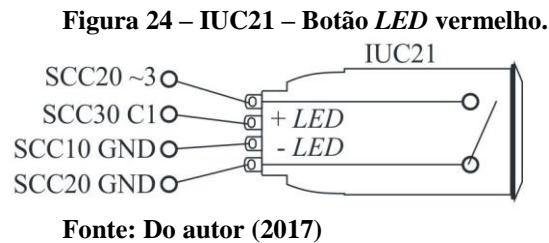
Figura 23 – SCC30 – Módulo de *relés*.



Fonte: Do autor (2017)

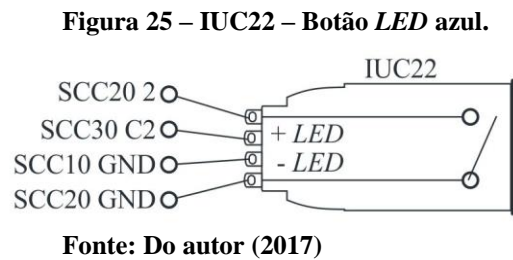
O componente SCC 30, módulo de *relés* da Figura 23, é alimentado pelo componente SCC 20 em 5 volts. Esse componente tem a função de ligar e desligar, assim como inverter a polaridade da célula Peltier, componente IUC30 da Figura 26

Código IUC21 – Modelo botão IP67 inox *LED* vermelho 12V 6A, Figura 24:



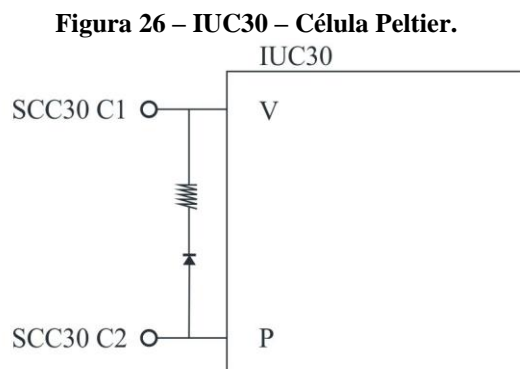
O componente da Figura 24 é um botão interruptor para mandar informação da função aquecimento escolhida pelo usuário para o componente SCC20 e receber a resposta de indicação acendendo o *LED* interno de cor vermelha.

Código IUC22 – Modelo botão IP67 inox *LED* azul 12V 6A, Figura 25:



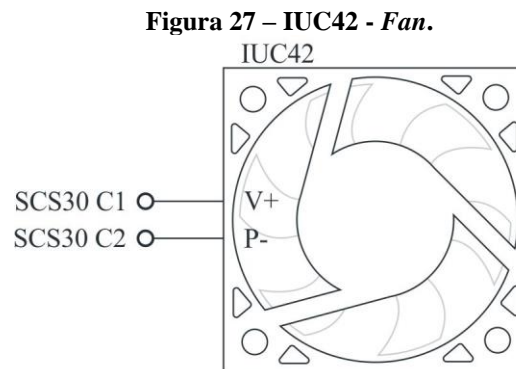
O componente da Figura 25 é um botão interruptor para mandar informação da função resfriamento escolhida pelo usuário para o componente SCC20 e receber a resposta de indicação acendendo o *LED* interno de cor azul.

Código IUC30 – Célula Peltier modelo TEC1-12706 0~15V 0~6A, Figura 26:



A célula Peltier, Figura 26, recebe energia elétrica alimentada pelo circuito do componente SCC30 e converte em energia térmica correspondente ao polo da tensão. O componente possui um circuito que ajusta potência para cada polo.

Código IUC42 – *Fan* modelo GDT4010S12B 12V, usado no Protótipo 1 do item 8.1, Figura 27:

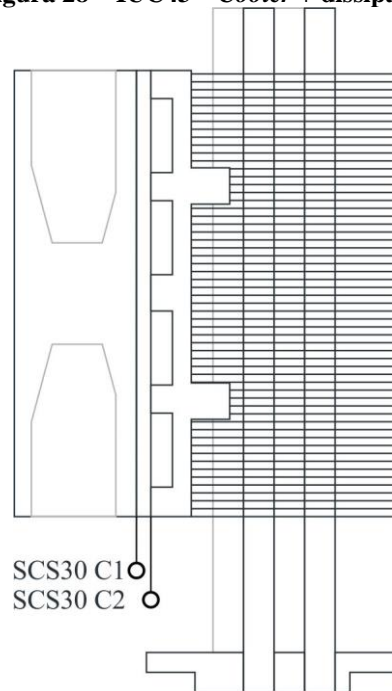


Fonte: Do autor (2017)

O componente IUC42, Figura 27, usado no Protótipo 1, é alimentado e acionado juntamente com o componente IUC30 e tem a função de ajudar a eliminar o calor no dissipador, componente IUC41.

Com os resultados obtidos com a construção do Protótipo 1, item 8.1, o componente IUC41 e IUC42 são substituídos pelo componente da marca Cooler Master modelo Blizzard T2 12V. Esse modelo é utilizado do Protótipo 2 descrito no item 8.2, nomeado IUC43, Figura 28:

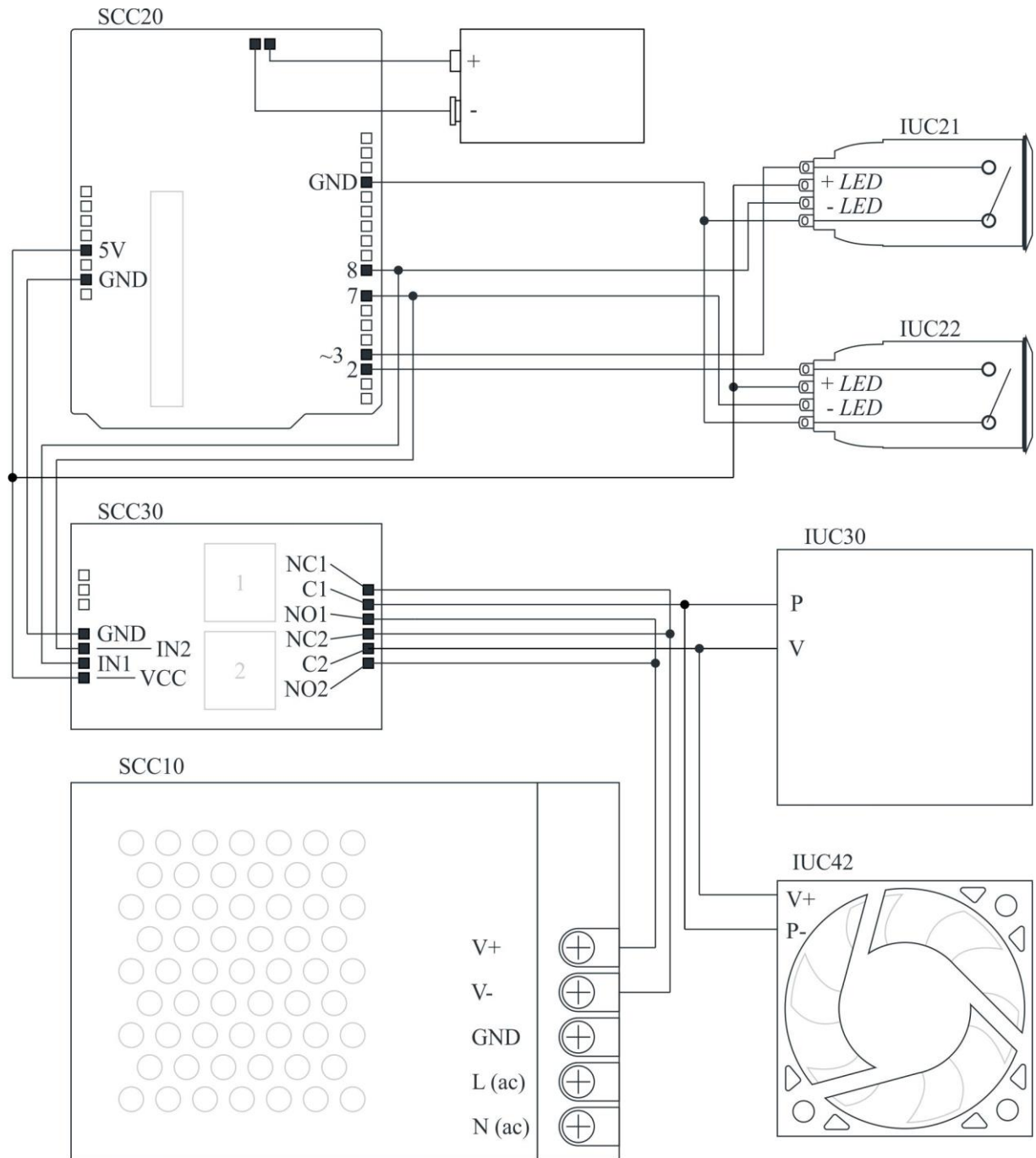
Figura 28 – IUC43 – Cooler + dissipador.



Fonte: Do autor (2017)

O esquemático completo é apresentado na Figura 29, esse esquema utilizou-se para a construção do Protótipo 1, com resultados no item 8.1.

Figura 29 – Protótipo 1 – Esquemático do P-CET.

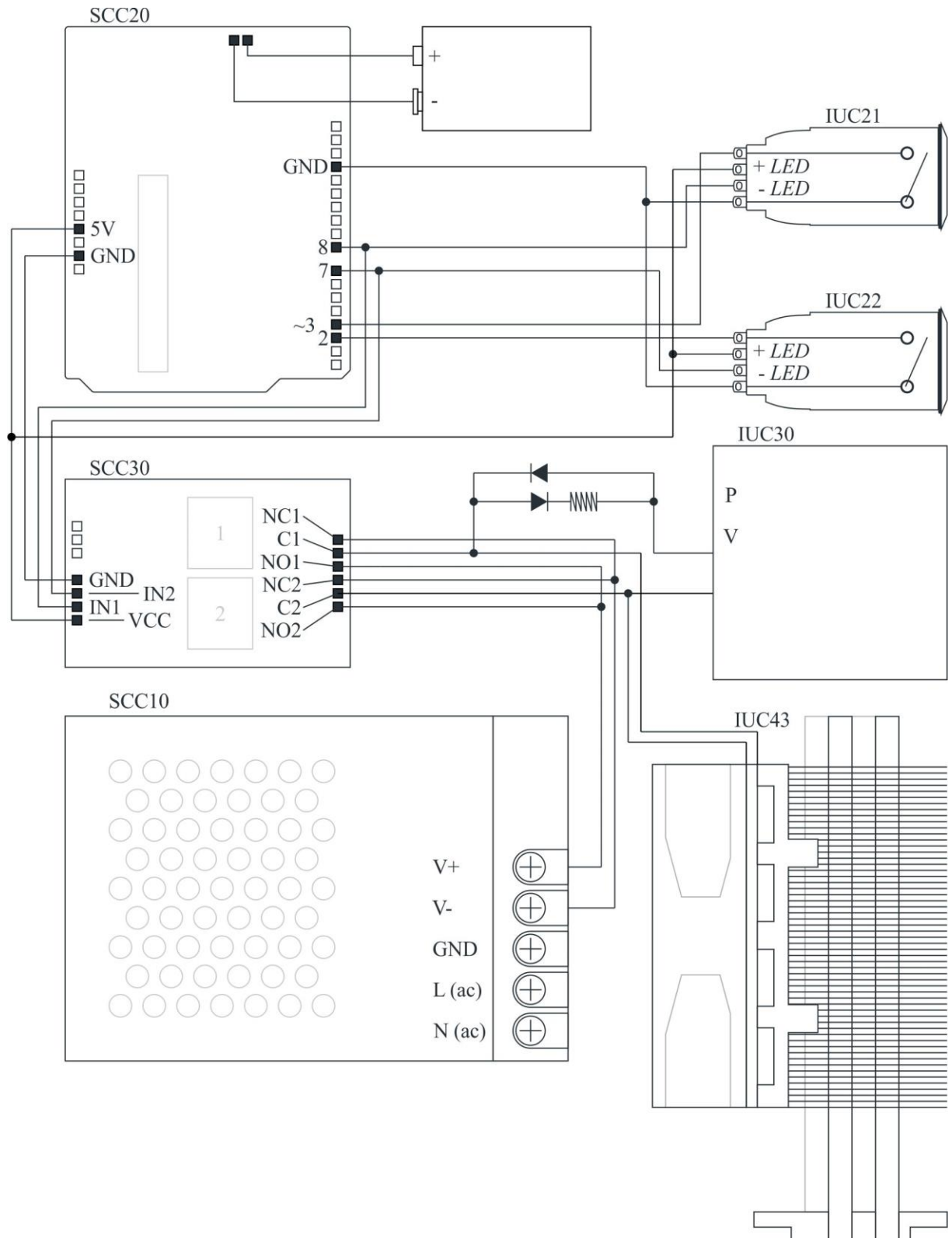


Fonte: Do autor (2017)

No esquema, Figura 29, é possível analisar todos os esquemas de ligações elétricas entre os componentes sem detalhes mecânicos, esses detalhes são apresentados no Item 7.1.3.

Para o Protótipo 2, substituiu-se o componente IUC42 pelo IUC43 e incluiu-se um circuito modulador de corrente, Figura 30.

Figura 30 – Protótipo 2 – Esquemático do P-CET.

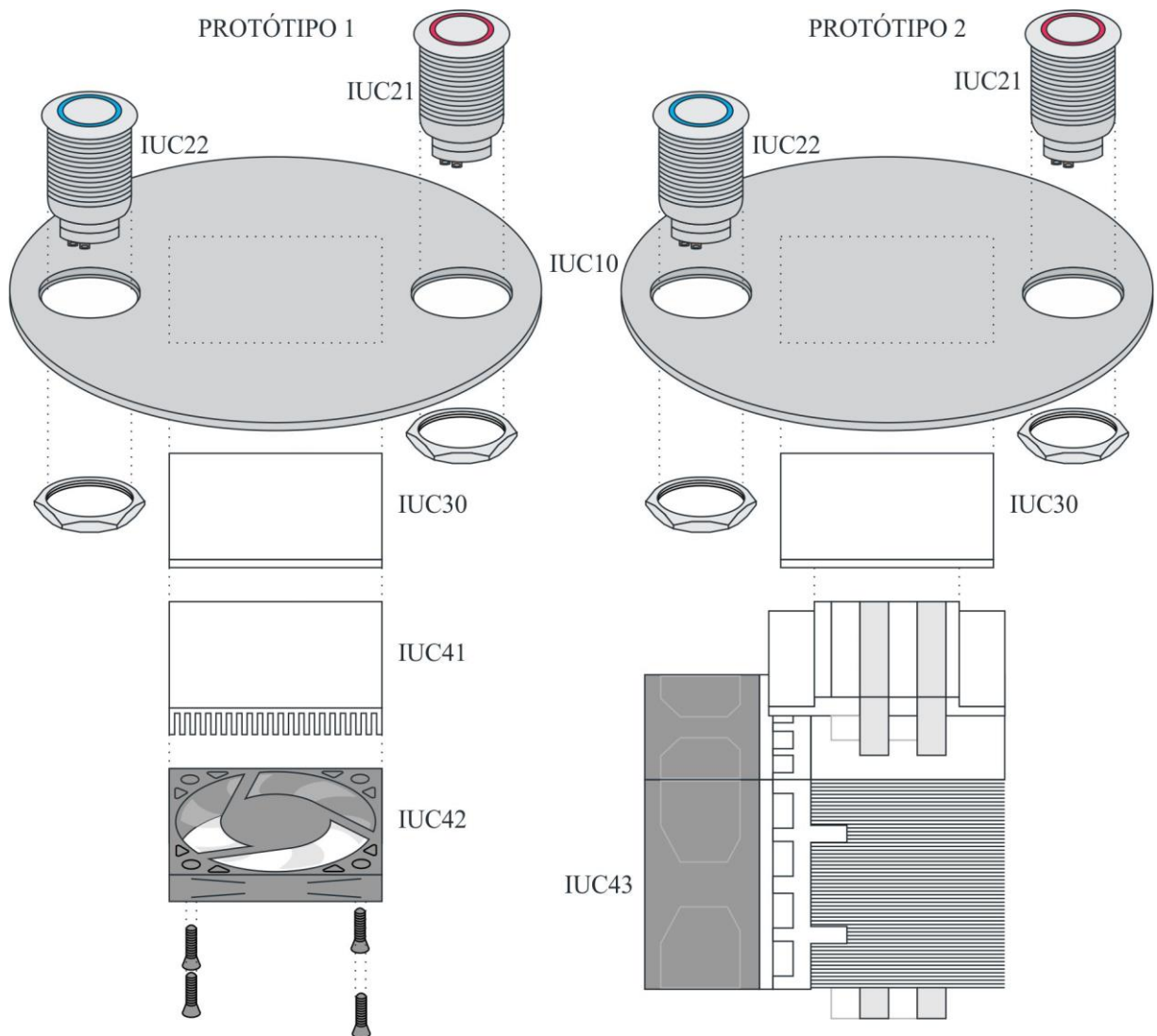


Fonte: Do autor (2017)

7.1.3 Integração Mecânica dos SSCs para os Protótipos 1 e 2

O sistema de controle tem os componentes fixados em uma caixa elétrica para montagem padrão que vai fornecer os cabos elétricos para o funcionamento do sistema interface do utilizador. A caixa elétrica deve ser fixada no balcão juntamente com o Sistema de Interface do utilizador. Os componentes da Interface do Utilizador serão fixados pela rosca dos botões de acionamento, componentes IUC21 e IUC22, e também por cola térmica. O conjunto desses itens está representado na Figura 31 e deve ser posicionado no local de uso.

Figura 31 – Interface do Utilizador - Montagem mecânica.



Fonte: Do autor (2017)

Com a Interface do Utilizador completa e terminado o posicionamento, serão feitas as conexões elétricas entre os Sistemas de Controle e Interface do Utilizador. O componente IUC10 não existe comercialmente, e foi usinado em tornearia, de acordo com instruções que podem ser consultadas no documento do Apêndice 2. Todos os outros componentes são de fabricação comercial para utilização na indústria.

Através dos resultados do Protótipo 1 descritos no item 8.1, fez-se as mudanças necessárias substituindo os componentes IUC41 e IUC42 pelo componente IUC43 e os resultados estão descritos no item 8.2.

CAPÍTULO 8 – CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Ao construir a versão planejada do P-CET, espera-se o cumprimento das seguintes funções: 1-Encaixe adequado de todos os componentes comprados e feitos sob medida. 2-Respostas satisfatórias do acionamento e funcionamento dos componentes eletrônicos. 3-Cumprimento do propósito geral de aquecer e resfriar o porta-copo conforme o acionamento e análise da execução das funções específicas de cada componente.

8.1 PROTÓTIPO 1

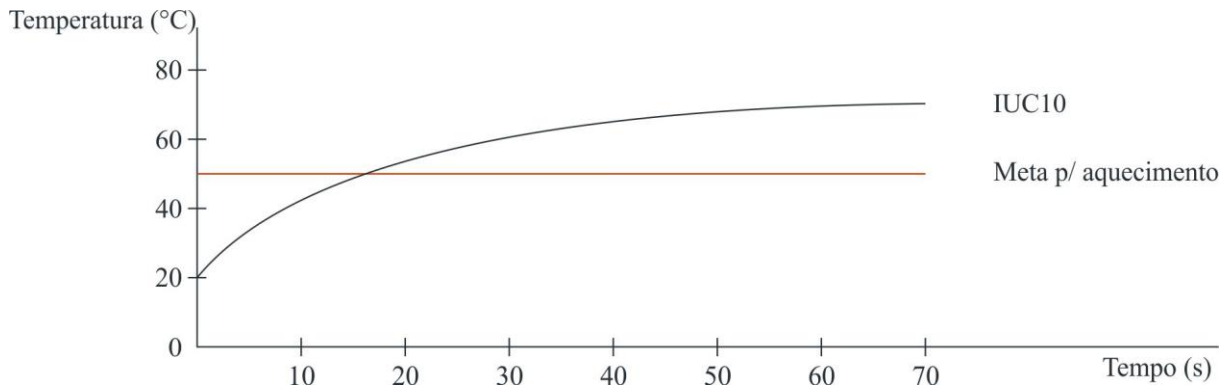
Superadas as dificuldades inerentes à montagem de um produto, diagnosticaram-se as funções de cada componente e também o cumprimento das duas funções principais do produto, aquecimento e resfriamento. Estabeleceu-se para análise da função total do produto o aquecimento com a meta de atingir e manter 50°C e resfriamento com meta de 0°C, medidos pela temperatura do componente superfície porta-copo IUC10.

Na atuação dos componentes elétricos, os componentes que cumpriram a função foram: conversor de energia SCC10, circuito microcontrolado SCC20, módulo de *relés* SCC30, célula Peltier IUC30. Os botões de acionamento (componentes IUC22 e IUC23) individualmente recebem e comunicam a função perfeitamente, mas como trata-se ainda de um protótipo a qualidade de atuação é diminuída devido à interferência de ruídos, visto a quantidade de cabos e emendas. O componente *fan* IUC42, com 4.500 rotações por minuto, não teve a eficiência esperada para eliminar o calor gerado pela célula Peltier.

A superfície porta-copo atende a função de transferência de calor a ser aproveitado pelo recipiente, devido ao tamanho reduzido e material alumínio 6351 T6, conforme norma da ABNT. Por outro lado, o dissipador de calor IUC41 não teve eficiência, em conjunto com a *fan* IUC42, para dissipar o calor gerado pela célula Peltier.

Usou-se um termômetro infravermelho da marca MASTECH modelo MS6520C para medir as temperaturas dos componentes durante a execução das duas funções gerais, de aquecimento e resfriamento da superfície porta-copo IUC10. A função de aquecer a superfície porta-copo IUC10 foi executada, mas com excesso de temperatura, delineada no Gráfico 2. Notou-se que a energia disponibilizada para aquecimento necessita ser ligeiramente menor.

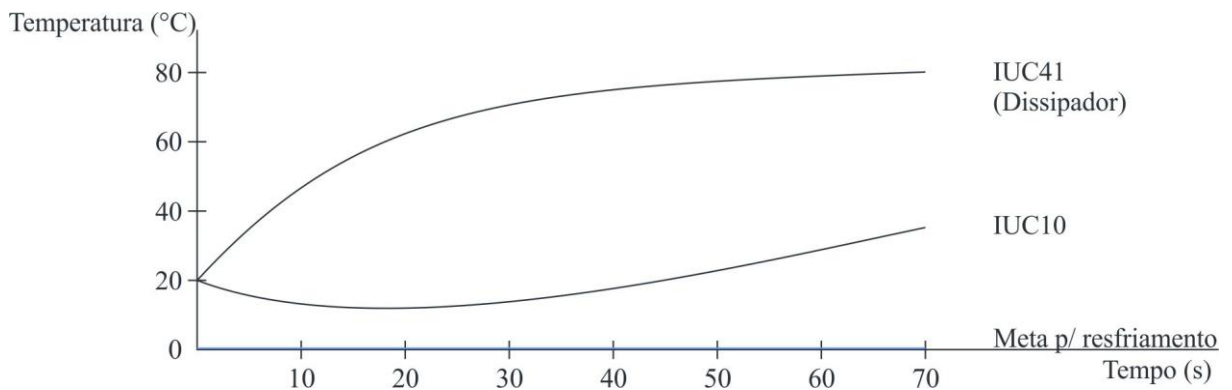
Gráfico 2 – Protótipo 1 – Temperatura do porta-copo para a função aquecimento.



Fonte: Do autor (2017)

A função de resfriamento da superfície porta-copo IUC10 foi executada abaixo da eficiência esperada e com curta duração. Os componentes executam suas funções até o momento em que o conjunto dissipador e *fan* não consegue eliminar o calor gerado pela função, então o calor não dissipado invade a parte resfriada da célula Peltier e a aquece, conforme delineado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Protótipo 1 – Temperatura do porta-copo e dissipador para a função resfriamento.



Fonte: Do autor (2017)

As medidas aplicáveis para correção dos desvios de meta são: para aquecimento se faz necessário um circuito em paralelo de diodo, para diminuir a corrente de modo a não afetar a função de resfriamento, e resistor para consumir parte da energia da célula Peltier; e para o resfriamento é necessário um conjunto de dissipador e *fan* mais robustos, já que a eficiência de refrigeração do Peltier está diretamente ligada à capacidade de dissipar o calor gerado por ele.

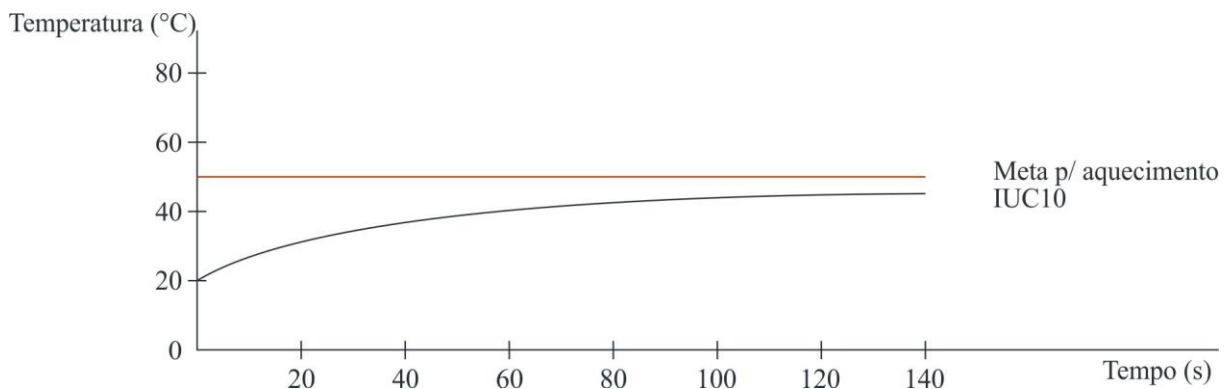
8.2 PROTÓTIPO 2

Após análise dos resultados obtidos no Protótipo 1, fizeram-se as mudanças necessárias apontadas para a construção do Protótipo 2, o qual apresentou resultados satisfatórios em ambas as funções, de aquecimento e resfriamento.

Com a troca de dissipadores buscou-se melhorar a dissipação de calor gerado pelo P-CET quando ativado em modo de resfriamento para aumentar a eficiência. Também procurou-se diminuir a potência para o modo de aquecimento utilizando um circuito divisor de tensão com o objetivo de aquecer a uma temperatura segura para o usuário e os componentes.

Os resultados obtidos com as funções de aquecimento e resfriamento nos testes com o Protótipo 2 estão delineados nos Gráficos 4 e 5. No Gráfico 4 observa-se o aquecimento do porta-copo no Protótipo 2, sem uso de recipiente sobre o mesmo. Em uma temperatura ambiente de 20°C, o componente IUC10 estabilizou em 45°C.

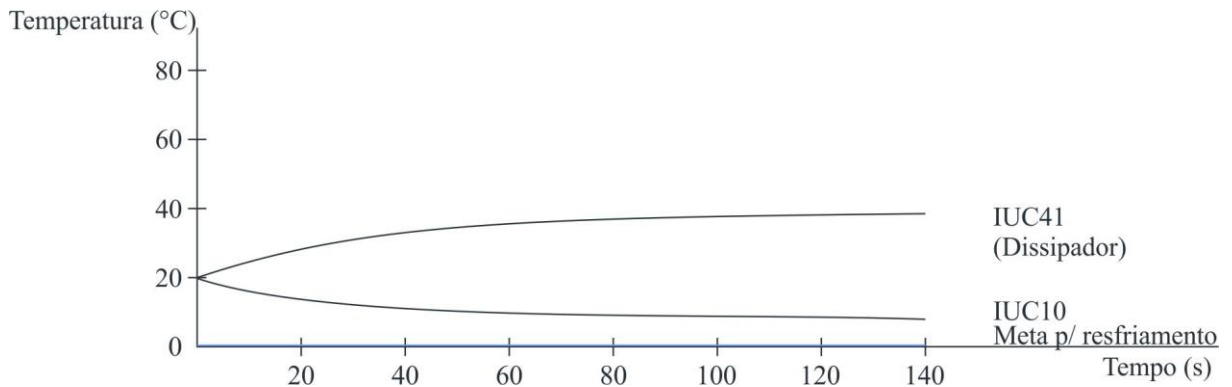
Gráfico 4 – Protótipo 2 – Temperatura do porta-copo para a função aquecimento.



Fonte: Do autor (2017)

No Gráfico 5 observa-se o resfriamento do porta-copo no Protótipo 2, sem uso de recipiente sobre o mesmo. Em uma temperatura ambiente de 20°C, o componente IUC10 estabilizou em 7°C. Nota-se também melhoria na eficiência dependente do calor dissipado.

Gráfico 5 – Protótipo 2 – Temperatura do porta-copo para a função resfriamento.

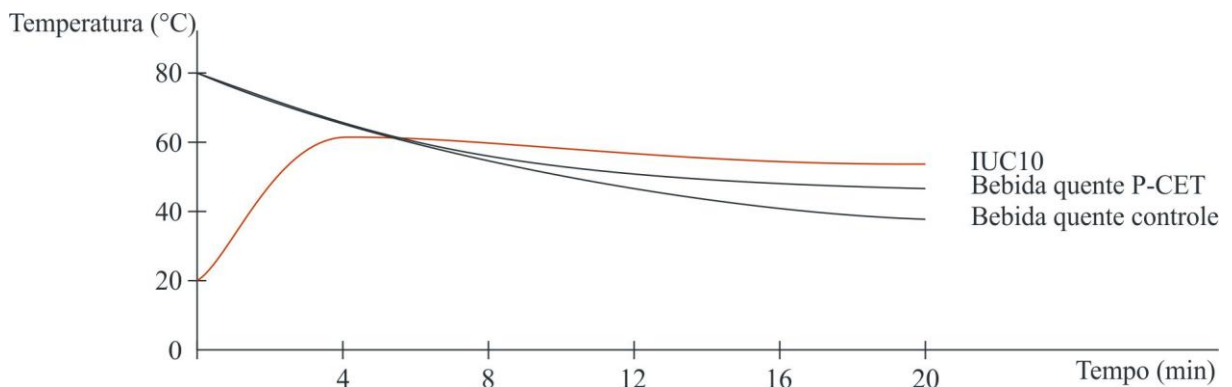


Fonte: Do autor (2017)

Para os testes com recipientes utilizaram-se copos de vidro com 100 ml de água, repousados sobre o P-CET, que foram comparados a um copo idêntico posto sobre uma mesa de madeira no mesmo local em temperatura ambiente de 20°C. Os resultados estão apresentados nos Gráficos 6 e 7.

No Gráfico 6 compara-se a perda de calor para o ambiente de um líquido aquecido a 80°C, um dentro do recipiente depositado sobre o P-CET e outro dentro do recipiente sobre a mesa. Ao final de 20 minutos, o líquido do recipiente testado estava a 53°C e o recipiente controle estava a 47°C. Observa-se que o porta-copo absorveu parte da temperatura do recipiente e estabilizou em uma temperatura mais alta, 56°C.

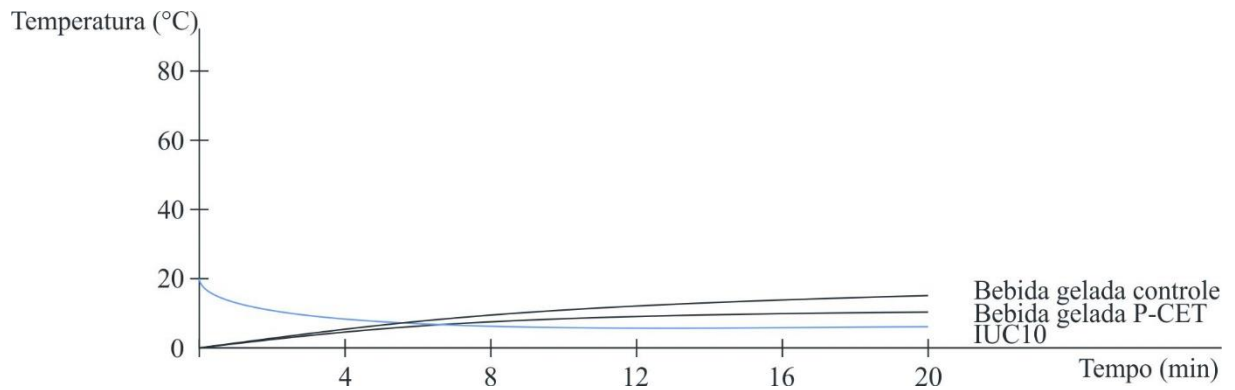
Gráfico 6 – Protótipo 2 – Teste do porta-copo para a função aquecimento.



Fonte: Do autor (2017)

No gráfico 7, observam-se os resultados do recipiente com líquido a 0°C posto sobre o P-CET refrigerado. Ao final de 20 minutos o líquido do recipiente testado estava a 12°C e o recipiente controle estava a 16°C, enquanto o porta-copo estabilizou em 7°C.

Gráfico 7 – Protótipo 2 – Teste do porta-copo para a função resfriamento.



Fonte: Do autor (2017)

Ao final, percebeu-se que os resultados obtidos no Protótipo 2, após realizados os devidos ajustes necessários observados com os testes do Protótipo 1, mostraram-se satisfatórios e atenderam aos objetivos propostos para o produto desenvolvido.

CAPÍTULO 9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um produto novo, capaz de manter a temperatura de serviço de bebidas quentes e frias durante o consumo. Com este propósito, desenvolveu-se um Porta-Copo Elétrico *Termotizado*, baseado nos princípios de usabilidade e praticidade ao usuário. O desempenho percentual, medido no protótipo com a temperatura final de consumo para bebidas quentes, mostrou uma melhoria de 18% e para bebidas geladas de 25%, provando a usabilidade.

Com a tecnologia atual, cada P-CET consome 60 watts de potência. Sua capacidade de mudança de temperatura pode ser melhor aproveitada com uso de material com condutividade maior, como o cobre. Também já existem dissipadores com *design* mais compactos e que dispensam o *fan*. Ainda existe a continuidade no PDP para que o produto possa ser lançado ao público.

Para se chegar a uma solução, observou-se a metodologia proposta por Rozenfeld et. al. (2006) e buscou-se seguir as recomendações do autor ao se desmembrar o processo nas etapas de Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado, a fim de fazer uso das melhores práticas de desenvolvimento de um novo produto até a etapa de construção de um protótipo do P-CET. Os testes práticos demonstraram que, embora com ressalvas e a necessidade de realização de novos testes que dispenderiam maior investimento financeiro caso o produto fosse realmente comercializado, o resultado apresentou-se viável e inovador, visto não haver soluções semelhantes disponíveis no mercado atualmente.

Provou-se, por fim, a possibilidade de desenvolvimento de um produto na forma de Trabalho de Conclusão de Curso, e mostrou-se a eficiência do método ao aplicar as etapas do PDP e resultando ainda em parte prática, que proporcionou um real confronto com dificuldades no percurso ao se intentar algo inovador.

REFERÊNCIAS

BADIN, N T. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos integrando fornecedores e baseado nos conceitos de engenharia simultânea, custeio-alvo e empresa virtual**. 2005. 232f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: E. Blucher, 1998.

BEINHOCKER, E. D. Robust Adaptive Strategies. **Sloan Management Review**, nº 40 (3), 1999.

Brown, D. R. et. al. **The Prospects of Alternatives to Vapor Compression Technology for Space Cooling and Food Refrigeration Applications**. Washington: U.S. Department of Energy, 2010.

CALTECH MATERIAL SCIENCE. **Termoelectrics**. Disponível em: <<http://thermoelectrics.matsci.northwestern.edu/thermoelectrics/index.html>>. Acesso em: 22/09/2016.

CAMPOS, D. N.; OLIVEIRA, T. C.. **Controlador de Temperatura Microprocessado Utilizando Célula Peltier**. 84f. Monografia (Engenharia Elétrica). Universidade Gama Filho. Rio de Janeiro, 2011.

COSTA, Ê. C. da. Refrigeração Termoelétrica. In: _____. **Refrigeração**. 3a ed. Edgard Blucher Ltda, 1982. p. 215-221.

CUNHA, G. D. **A evolução dos modos de gestão do desenvolvimento de produtos**. Produto&Produção, v.9, n.2, jun. 2008. p.71-90

_____. **Uma Análise da Evolução dos Procedimentos de Execução do Desenvolvimento de Produtos**. Revista Produto & Produção, Porto Alegre, v. 7, n. 1. 2004.

DIETER, G., SCHIMIDT, L., 2009. **Engineering Design**. 4 ed. New York, Ed. McGraw-Hill.

ENGWALL, M.; KLING, R.; WERR, A. Models in action: how management models are interpreted in new product development. **R&D Management**, v. 35, n. 4, 2005. p.427-439.

FASS, F. D. M. et. al. Seleção de um modelo de processo de desenvolvimento de produto para indústria de base tecnológica do ramo eletroeletrônico. Encontro Nacional De Engenharia De Produção. 29. 2009. **Anais ENEGEP**. Salvador, 2009.

GOSNEY, W. B., **Principles of Refrigeration**. Cambridge University Press. London, 1982.

HE, W. **Recent development and application of thermoelectric generator and cooler**. Applied Energy, v. 143, 2005. p. 1-25

HERMES, C. J. L.; BARBOSA, J. R. **Thermodynamic comparison os Peltier, Stirling and vapor compression coolers.** Applied Energy v. 91, mar. 2012. p. 51-58.

KOTLER, P. **Marketing.** São Paulo: Atlas, 1980.

MUNDIN, A. P. F. et al. Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.9, n.1, abr. 2002. p.1-16.

PUGH, S. **Total design - Integrated Methods for Successful Product Engineering.** Massachusetts: Addison Wesley, 1990.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.** 2003. 285f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H. et. al. **Gestão de Desenvolvimento de Produto.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SCHNEIDER, H. M. **Engenharia simultânea: causas do seu sucesso relativo.** Revista Economia de Empresa, São Paulo, 1995.

SMITH, R. P.; MORROW, J. A. **Product development process modeling.** Design Studies, v. 20, 1999. p. 237-261.

TARALLO, F. B.; FORCELLINI, F. A. **As Best Practices Observadas na Aplicação de um Modelo de Referência Específico para o PDP em uma Empresa Multinacional, XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,** Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 out. 2007.

TESSAROSLO, P. Is integration enough for fast product development? An empirical investigation of the contextual effects of product vision. **The Journal of Product Innovation Management**, New York, US, v.24, 2007. p.69-82.

VERNADAT, F. B. **Enterprise modeling and integration: principles and applications.** London: Chapman and Hall, 1996.

WHEELWRIGHT, S. C., Clark, K. B.. Creating project plans to focus product development. **Harvard Business Review**, v. 70, 1992. p. 70 - 82.

ZANCUL, E. S. ; ROZENFELD, H. Gestão do ciclo de vida de produtos: catálogo de requisitos e perfil de soluções comerciais. In: **Anais do XV Simpósio de Engenharia de Produção.** Bauru, 2008.

APÊNDICE A - PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO

PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO

```
int porta_rele1 = 7;
int porta_rele2 = 8;
int porta_botao1 = 2;
int porta_botao2 = 3;
int estadorele1 = 1;
int estadorele2 = 1;
int leitura1 = 0;
int leitura2 = 0;

void setup()
{
  pinMode(porta_rele1, OUTPUT);
  pinMode(porta_rele2, OUTPUT);
  pinMode(porta_botao1, INPUT);
  pinMode(porta_botao2, INPUT);
  digitalWrite(porta_rele1, HIGH);
  digitalWrite(porta_rele2, HIGH);
}

void loop()
{
  leitura1 = digitalRead(porta_botao1);
  if (leitura1 != 0)
  {
    while(digitalRead(porta_botao1) != 0)
    {
      digitalWrite(porta_rele2, HIGH);
      delay(100);
    }
    estadorele1 = !estadorele1;
    digitalWrite(porta_rele1, estadorele1);
  }
  leitura2 = digitalRead(porta_botao2);
  if (leitura2 != 0)
  {
    while(digitalRead(porta_botao2) != 0)
    {
      digitalWrite(porta_rele1, HIGH);
      delay(100);
    }
    estadorele2 = !estadorele2;
    digitalWrite(porta_rele2, estadorele2);
  }
}
```

APÊNDICE B - DESENHO TÉCNICO SUPERFÍCIE PORTA-COPO

DESENHO TÉCNICO SUPERFÍCIE PORTA-COPO

