

PRO2715 – Projeto do Produto e do Processo



Pingus I, Cafeteira Portátil

Relatório Final

Alexys N. A. R. Pereira – 7208007 (alexysp@gmail.com)

André Bina Possatto – 7208327 (andre.bina.possatto@gmail.com)

Luiz Fernando C. S. Durão – 7208074 (luiz.durao@usp.br)

Luiz Fernando S. B. Laurindo – 7207910 (luiz.laurindo@usp.br)

Turma 02
Prof. Eduardo Zancul
28/06/2013

Sumário

Resumo Executivo.....	8
Introdução.....	10
Objetivos.....	10
Definição do Mercado	10
Pesquisa de Mercado	14
1. Metodologia.....	14
2. Aplicação	23
3. 4.3 – Pesquisa Qualitativa.....	23
4. Pesquisa Quantitativa.....	26
5. Parte 2: Usando escala Likert	30
6. Parte 3: Questões comparativas	34
7. Conclusões:.....	36
Desdobramento da Função Qualidade.....	37
1. Clientes e Ciclo de Vida	38
2. Requisitos do Cliente	39
3. QFD	40
Esboços do Produto	43
Análise Funcional	47
1. Função Principal	47
2. Desdobramento da Função Principal	47
3. Possibilidades de Solução.....	49
4. Matriz Morfológica.....	49
5. TRIZ.....	50
Estudo de Aproveitamento Técnico	53
1. Fornecer Energia.....	53
2. Aquecer Água	55
3. Pressurizar da água	56
4. Filtrar Café.....	57
Estudo de diferenciação.....	58

1. Escala vertical e determinação do valor mercadológico	61
Arquitetura.....	64
1. Arquitetura colorida:.....	65
2. Arquitetura em preto e branco	66
Delineamento da Comercialização/Distribuição	66
<i>Design for Manufacture and Assembly (DFMA)</i>	68
Estrutura do Produto (SSC)	73
Dimensionamento e Escolha de Materiais.....	75
1. Seleção e Dimensionamento de Materiais	76
2. Cálculo da transferência de calor	77
3. Materiais Metálicos.....	78
4. Materiais Plásticos	79
5. Dimensionamento	80
6. Seleção	81
7. Características Ergonômicas.....	82
Desenhos de conjunto.....	84
1. Resistência	86
2. Tampa	87
3. Carcaça de Armazenamento	88
4. Xícara.....	90
5. Carcaça Externa	91
6. Compartimento de Café	93
7. Alavanca	94
Desenhos de Execução	95
Materiais e Componentes Externos	96
Especificação e detalhamento do ferramental e dispositivos	101
1. Desgaste ao Diâmetro Menor	103
2. Desgaste ao Diâmetro Maior	104
3. Rosqueamento diâmetro menor	106
4. Rosqueamento diâmetro maior	107
5. Furo.....	108
Plano Macro de Fabricação	109
1. Tempo de setup.....	109

2. Tampa	111
3. Carcaça de Armazenamento	112
4. Carcaça Externa	113
5. Compartimento de Café	113
6. Xícara.....	114
7. Alavanca	115
8. Rosca Externa	115
Plano Macro do Processo de Montagem	116
1. Enrolar a Resistencia em torno da Carcaça de Armazenamento	116
2. Montar o Circuito da tomada, resistência e botão de início.....	116
3. Montar o Circuito de Aviso ao Usuário.....	117
4. Montar a Alavanca.....	118
5. Montar Isolamento Térmico	118
6. Posicionar Carcaça e Rosca Externa.....	118
7. Posicionar Compartimento de Café e Xícara.....	119
Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).....	120
1. Introdução e Critérios	120
2. FMEA	122
3. Conclusões	125
Definir Meios de Controle da Qualidade.....	126
Embalagem	128
1. Materiais	128
Análise de viabilidade econômica	129
1. Estrutura de custos	129
2. Custo da matéria prima:	129
3. Formação do preço.....	136
4. Análise de viabilidade.....	139
Conclusões gerais	140
Bibliografia.....	141
Anexos	144
1. Anexo 1.....	144

Índice de Figuras

Figura 1: Necessidades dos Clientes	25
Figura 2: Necessidades X Requisitos dos Clientes.....	39
Figura 3: QFD completo.....	41
Figura 4: Telhado	42
Figura 5: Centro.....	42
Figura 6: Base.....	42
Figura 7: Esboço 1	44
Figura 8: Esboço 2.....	45
Figura 9: Esboço 3.....	46
Figura 10: Função Principal	47
Figura 11: Desdobramento da Função principal.....	48
Figura 12: Sequencia de atividade. Foi utilizada a Matriz de Contradição.....	51
Figura 13: Handpresso auto E.S E.....	58
Figura 14: Handpresso Wild Hybrid	59
Figura 15: Nespresso U	60
Figura 16: Arquitetura colorida	65
Figura 17: Arquitetura em preto e branco	66
Figura 18: Fixação entre as carcaças	69
Figura 19: Fixação Natural.....	70
Figura 20: Partes Marco	71
Figura 21: Exemplo de circuito térmico	77
Figura 22: Circuito térmico do produto.....	80
Figura 23: Detalhe das camadas de material	81
Figura 24: Medidas antropométricas da mão esquerda em mm <i>Fonte: PASCHOARELLI, LUIS ET. AL.</i>	83
Figura 25: Medidas antropométricas da mão direita em mm <i>Fonte: PASCHOARELLI, LUIS ET. AL.</i>	83
Figura 26: <i>Pingus I</i>	84
Figura 27: <i>Draft Pingus I</i>	85
Figura 28: Resistência	86
Figura 29: <i>Draft Resistência</i>	86
Figura 30: Tampa	87
Figura 31: <i>Draft Tampa</i>	88
Figura 32: Compartimento de Café	88
Figura 33: <i>Draft</i> Compartimento de Água	89
Figura 34: <i>Draft</i> Compartimento de Água- Corte	89
Figura 35: Xícara.....	90
Figura 36: <i>Draft</i> Xícara	90
Figura 37: <i>Draft</i> Isolamento da Xícara.....	91
Figura 38: Carcaça Externa	91
Figura 39: <i>Draft</i> Carcaça Externa.....	92
Figura 40: Rosca de Fixação entre Carcaça de Armazenamento e Externa	92
Figura 41: <i>Draft</i> Rosca de Fixação entre Carcaça de Armazenamento e Externa	93
Figura 42: Compartimento de Café	93
Figura 43: <i>Draft</i> Compartimento de Café	94
Figura 44: Alavanca.....	94
Figura 45: <i>Draft</i> Alavanca.....	95
Figura 46: Desenho de Conjunto.....	96

Figura 47: Plug da Tomada	97
Figura 48: Resistência	97
Figura 49: Cabo Elétrico	98
Figura 50: Isolamento Térmico	98
Figura 51: Borracha	99
Figura 52: Elemento Aditivo	99
Figura 53: LED	100
Figura 54: Termostato Bimetálico	100
Figura 55: Botão liga/desliga.....	101
Figura 56: Tipos de Ferramentas do Torno fonte: Praticas de Oficina PUC/RS.....	102
Figura 57: Ferramenta Utilizada no primeiro passo	103
Figura 58: Posicionamento Inicial da Peça e da Ferramenta.....	104
Figura 59: Posicionamento após essa Etapa	104
Figura 60: Ferramenta Utilizada no segundo passo.....	105
Figura 61: Peça após o segundo Passo	105
Figura 62: Ferramenta para o terceiro Passo	106
Figura 63: Peça Após o terceiro Passo	106
Figura 64: Ferramenta utilizada no quarto passo.....	107
Figura 65: Peça após o quarto Passo	107
Figura 66: Ferramenta para o quinto Passo	108
Figura 67: Peça após o quinto Passo	108
Figura 68: Códigos Utilizados.....	109
Figura 69: Circuito de Energia	117
Figura 70: Circuito de Informação	117
Figura 71: Montagem da Alavanca	118
Figura 72: Carcaça e Rosca Externas Posicionadas	118
Figura 73: Montagem Concluída.....	119
Figura 74: Arranjo Físico Fábrica <i>Pingus I</i>	119
Figura 75: FMEA do produto Final.....	123
Figura 76: FMEA do Processo de Montagem	124
Figura 77 - Gráfico dos custos.....	136
Figura 78 - Gráfico preços.....	138

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Evolução do consumo interno de café no Brasil <i>fonte: ABIC</i>	12
Gráfico 2: Qualidade do café consumido fonte: ABIC	14
Gráfico 3: Frequência de Consumo de Café.....	26
Gráfico 4: Razão para Consumo de Café	26
Gráfico 5: Local em que Usaria o Produto	27
Gráfico 6: Preferência por Tipo de Café	27
Gráfico 7: Situações em que Toma Café	28
Gráfico 8: Preço que Pagaria por um Café	28
Gráfico 9: Tempo de Preparo Aceito para um Café	29
Gráfico 10: Importância de Manter o Café Quente	30
Gráfico 11: Importância de ser Silenciosa.....	30
Gráfico 12: Importância da Portabilidade	31

Gráfico 13: Importância do Design Moderno.....	31
Gráfico 14: Importância do Uso de Sachês/Cápsulas.....	32
Gráfico 15: Importância da Xícara Acoplada.....	32
Gráfico 16: Importância do uso no Carro	33
Gráfico 17: Importância de Tomada retrátil	33
Gráfico 18: Comparação entre Tamanho Portátil e Pouco barulho.....	34
Gráfico 19: Comparação entre Tempo de Preparo Pequeno e Manter Café Quente.....	34
Gráfico 20: Comparação entre Tempo de Preparo Pequeno e Manter Café Quente.....	35
Gráfico 21: Comparação entre Tomada Retrátil e Aquecimento Químico	36
Gráfico 22: Quanto Pagaria por Café	36
Gráfico 23: Escala Vertical.....	63
Gráfico 24: Quantidade de Peças.....	72
Gráfico 25: Quantidade de peças únicas.....	72
Gráfico 26: Prioridade de ações para Produto Final.....	125
Gráfico 27: Prioridade do NPR para o Processo de Montagem	126
Gráfico 28: Temperatura X Volume Específico.....	144

Resumo Executivo

Com a crescente popularidade do consumo de café e da ascensão de lojas que oferecem cafés *gourmets* e dos preços que atualmente são cobrados por uma dose da bebida, a equipe concebeu a cafeteira portátil *Pingus I*.

O objetivo da *Pingus I* é de fornecer café para o usuário no momento e da maneira que desejar sem ter de se submeter aos preços abusivos e sem ter de gastar tempo para se deslocar e ficar na fila para consumir uma dose de café.

A *Pingus I* diferencia-se dos seus concorrentes pela sua portabilidade e pela conveniência de preparo em face aos seus concorrentes.

O público-alvo do produto são os universitários, que atualmente no Brasil são 6,7 milhões e que de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo 82% consomem café e 60% consome a bebida ao menos 3 vezes por semana. A *Pingus I* visa inserir-se nesse mercado, uma vez que aos jovens não há muitas alternativas de consumo da bebida sem ter de se submeter aos altos preços cobrados nas lanchonetes dentro da universidade. Vale ressaltar que o produto também pode atrair pessoas que estejam viajando constantemente, devido à portabilidade do produto e que, além disso, serviria de alternativa aos preços que são cobrados em locais como rodoviárias e aeroportos por uma dose de café.

Para a distribuição da *Pingus I*, utilizar-se-á de grandes lojas de comércio eletrônico que já se encontram bem estabelecidas tanto em termos de centros de distribuição assim como em *market-share*. Em conjunto às lojas eletrônicas lançar-se-á mão de lojas de eletrodomésticos localizadas em grandes *shoppings* devido a grande visibilidade. As principais cidades/regiões serão a região sudeste e sul do Brasil, devido ao maior poder aquisitivo e maior concentração universitária nessas regiões.

A equipe prevê que a *Pingus I* venderá em seu primeiro ano em torno de 330000 unidades, o que representa 6% do mercado potencial e que as vendas serão de aproximadamente 140000 novas unidades ao ano.

A seleção dos materiais e métodos de fabricação levaram em consideração uma miríade de fatores, como as propriedades térmicas e elétricas dos materiais, usinabilidade, impactos ambientais, segurança alimentar entre outros. Os principais materiais na estrutura do produto, ou seja, que serão fabricados são o polipropileno, isopor e borracha. Já os componentes externos serão adquiridos de grandes fornecedores do mercado, como por exemplo, plugs, resistências, LEDs, devido à padronização já existente.

Em relação ao preço de etiqueta, realizou-se principalmente uma pesquisa para o levantamento do valor mercadológico, cujo resultado foi de R\$ 267,73 ± 48,65, enquanto os custos obtidos utilizando diferentes alternativas de fabricação e comercialização encontram-se na tabela a seguir:

Máquina/Canal	Varejo	Internet
Torno convencional	151,71	148,04
Torno CNC	127,39	124,31

O preço final da *Pingus I* possui grande flexibilidade devido a grande diferença dos custos calculados com o valor mercadológico (com uma diferença média de R\$ 129,00), por conseguinte o produto é viável economicamente e há grande flexibilidade na margem de lucro e na seleção do melhor método de fabricação que deve levar em consideração outros fatores, como o custo da aquisição de máquinas e de mão-de-obra capacitada.

As dificuldades encontradas pela equipe durante o processo foram:

- Indisponibilidade de recursos para a elaboração dos desenhos e do protótipo, ou seja, não havia recursos como ferramentas de CAD e equipamentos e infraestrutura para a manufatura do protótipo.
- Tempo extremamente curto para o desenvolvimento do projeto.
- Dificuldade em encontrar materiais adequados para a realização do protótipo.
- Determinar os custos e viabilidade econômica do produto.
- Pouca experiência da equipe na fabricação de circuitos elétricos.

Durante o desenvolvimento desse projeto pode vivenciar os processos e dificuldades associados ao desenvolvimento de novos produtos, e dessa experiência leva-se algumas lições:

- Importância de se conhecer os processos de fabricação e montagem e as propriedades dos materiais a serem utilizados.
- Deve-se planejar as atividades com folgas, levando em conta imprevistos e alterações.
- Utilizar métodos de levantamento de especificações e alternativas de solução é um instrumento valioso no desenvolvimento dos produtos (exemplo: QFD e TRIZ).
- Exploração de diversas alternativas, caso a principal revele-se inviável.
- Coordenação troca de ideias e determinação dos objetivos e metas da equipe é fundamental para o bom andamento do projeto.

Introdução

Dentro do contexto do projeto de um novo produto, uma cafeteira portátil chamada de *Pingus I*, esse primeiro relatório tem como objetivo realizar a etapa chamada de Projeto Informacional. A partir de uma ideia inicial do produto, executou-se uma pesquisa de mercado para tentar levantar a Voz do Cliente, seus desejos e preferências. A partir disso, e usando informações públicas, fez-se uma análise do mercado de cafeteiras portáteis, usando isso como base para realizar o Desdobramento da Função Qualidade (*QFD – Quality Function Deployment*, em inglês) e preencher a casa do produto, conseguindo das necessidades dos clientes, chegar-se nas especificações-meta. Foi feito também um esboço do produto, que servirá de base para as fases subsequentes do projeto.

Objetivos

O objetivo desse relatório é executar o projeto informacional do produto, ou seja, a partir da ideia inicial do produto, iniciar a fase de desenvolvimento, desenvolvendo e obtendo o conjunto de especificações-meta da cafeteira portátil além de informações qualitativas relevantes, que servirão para orientar o processo de avaliação e tomadas de decisão nas fases subsequentes.

Definição do Mercado

Contextualização

A história do café tem seu início quando um pastor chamado Kaldi observou que suas ovelhas ficavam mais espertas ao comer os frutos e folhas do cafeeiro. Com a curiosidade inerente da maior parte dos seres humanos, resolveu experimentar, sentindo maior vivacidade após seu consumo. Um monge da região, informado sobre o fato, começou a utilizar uma infusão de frutos do café para resistir ao sono enquanto rezava. Hoje é um dos principais produtos consumido no mundo.

O conhecimento dos efeitos da bebida disseminou-se e no início do século XVI o café era utilizado no oriente. Entretanto, embora apresentasse muitos inimigos que consideravam suas propriedades contrárias às leis dos profetas o café venceu essas resistências e até os doutores maometanos aderiram à bebida para favorecer a digestão e afastar o sono.

O café é uma bebida produzida por um processo de extração a partir dos grãos torrados do fruto do cafeeiro e, ao contrário do que se acredita, deriva da palavra árabe

qahwa que significa vinho. Uma referência à importância que a planta passou a ter para o mundo árabe. É utilizado como estimulante, por possuir cafeína-geralmente de 80 a 140 mg para cada 207 ml- e seu consumo moderado exerce efeito de prevenção de problemas tão diversos como o mal de Parkinson e a depressão, além de melhorar a atenção.

No Brasil, das primeiras plantações na Região Norte, em 1727, as mudas foram transferidas para a região nordeste, no Maranhão e na Bahia. Entretanto, as condições climáticas e do solo não eram favoráveis e o plantio começou a ser realizado na região Sudeste, onde ganhou tanta importância que a partir de 1850 se tornou a mais importante fonte de receitas do Brasil, chegando a decidir diversos presidentes, na *política do café com leite*, até a revolução de 1930.

Há duas espécies de café que são cultivadas e comercializadas, a *Coffea Arabica* e *Coffea Canephora*, conhecido como Robusta (no Brasil, Conilon). A primeira é uma espécie rica em aroma, muito perfumada, doce e ligeiramente ácida. É uma planta bastante delicada que tem como habitat ideal de cultivo altitudes entre 600 e 2000 metros. Quanto maior a altitude, mais chances de obtenção de excelentes qualidades organolépticas dos grãos. A segunda é muito difundida na África, Ásia, Indonésia e Brasil. Cresce em altitudes compreendidas entre o nível do mar e 600 metros, tem maior rendimento e é mais resistente aos parasitas. Por florescer várias vezes por ano, sua produção por planta é ligeiramente superior a do Arábica.

Atualmente, o café é considerado "a bebida do sistema capitalista", devido às propriedades que a cafeína confere aos seus usuários, levando-os a obterem melhor rendimento e produtividade no meio profissional. Ideia concebida na primeira revolução industrial onde foram utilizadas, antes do "estimulante ideal", diversas substâncias, como a "cerveja rala", que contendo 2% de álcool, dificultava a manipulação das máquinas.

Análise do mercado

O mercado de café está bastante aquecido no cenário atual. Os hábitos alimentares dos brasileiros acabam de ser mapeados pelo IBGE, através do estudo "Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil", que mostrou que o café é o alimento mais consumido, por dia, entre os brasileiros (215,1g), seguido do feijão (182,9g), arroz (160,3g), sucos (145,0g), refrigerantes (94,7g) e carne bovina (63,2g). Antigamente o café era gratuito nos restaurantes, hoje é cobrado separadamente e com

um preço bastante elevado, variando em até 54 vezes seu preço na cidade São Paulo, de R\$0,50, vendido por ambulantes até R\$ 26,90, vendido com lascas de ouro.

No período compreendido entre Novembro/2011 e Outubro/2012, a ABIC (Associação Brasileira da Indústria do Café) registrou o consumo de **20,33 milhões de sacas**, isto representando um acréscimo de 3,09% em relação ao período anterior correspondente (Nov./10 a Out/11), que havia sido de **19,72 milhões**. Já o consumo **per capita** foi quase **83 litros** para cada brasileiro por ano, registrando **uma evolução de 2,10% em relação ao período anterior**. Esse consumo continua sendo maior que os da Itália, da França e dos EUA.

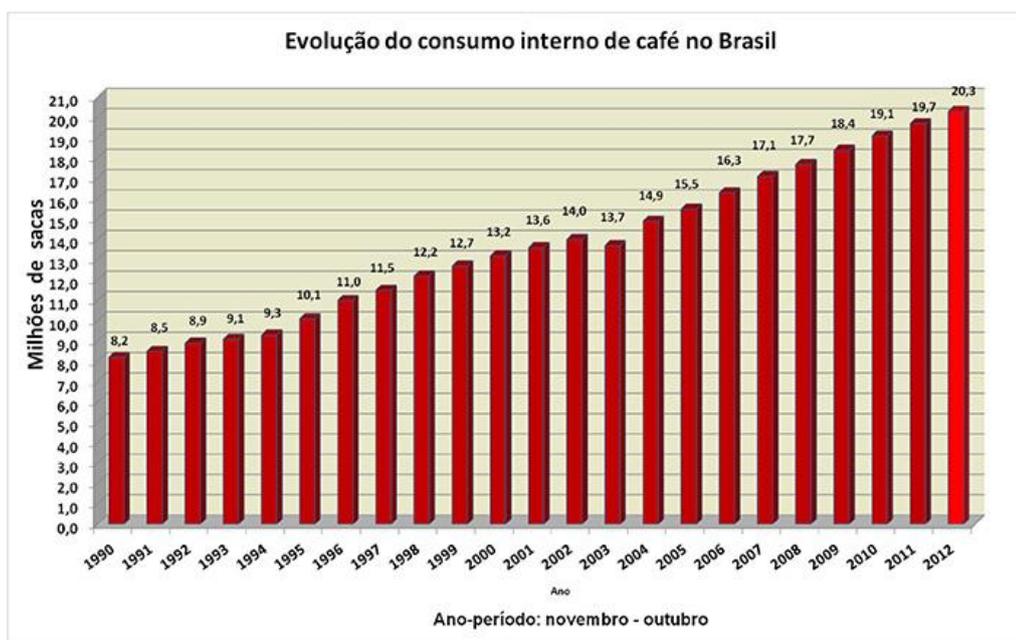


Gráfico 1: Evolução do consumo interno de café no Brasil fonte: ABIC

Em 2013, a ABIC prevê o aumento contínuo do consumo fora do lar, com um número crescente de cafeterias e restaurantes oferecendo cafés de melhor qualidade. Desde 2004, o consumo fora do lar já cresceu mais de 350%. Destaca-se a tendência de procura por formas de preparação em monodoses, isto é, cafés preparados para uma única xícara, como os expressos, os cafés em sachês, as cápsulas e os serviços de preparação em coadores e filtros, para passar uma única xícara feita na hora de café filtrado. Esta é uma tendência importada dos EUA, e que se dissemina rapidamente nas casas de café. O crescimento do uso de máquinas de café domésticas também é um fator importante para se observar no consumo no lar. Afinal, são mais de 850.000 máquinas domésticas para café expresso já existentes, número que continuará crescendo, segundo pesquisa divulgada pela ABIC no início de 2013.

Dessa forma, é possível perceber que o mercado de produtos diferenciados é cada dia maior, especialmente quando relacionados a máquinas portáteis, focadas em doses baixas, para uso individual, e que proporcione um café de qualidade elevada. Nesse contexto, é pensada a criação do *Pingus I* uma máquina de café expresso portátil voltada para universitários, um conjunto de 6,7 milhões de estudantes, segundo o último censo de educação superior, dos quais aproximadamente 82% consome café e 60% o consomem mais de 3 vezes por semana, tomando por base pesquisa realizada pelo grupo entre os dias 25 de Março de 2013 e 05 de Abril de 2013 e que ganha maior vigor comparando-se ao resultado de pesquisa semelhante realizada em 2009 na UNICAMP, vide referência (ARRUDA, 2009).

A escolha de um mercado mais reduzido na fase inicial do projeto se deve a uma fase de testes focada em um grupo que consome muito café, como estimulante para longas horas de estudo, e não possui uma quantidade elevada de dinheiro para gastar nos caros cafés das lanchonetes universitárias. O salário médio de um estagiário está na faixa entre R\$ 300,00 e R\$ 1469,00 e um café nas universidades na faixa de R\$ 3,00. Além disso, por ser um mercado no qual o próprio grupo de trabalho está inserido, uma etapa importante de imersão, proposta pelo *design thinking*, se apresenta fortemente. Para um projeto de curto tempo, quanto menor o tempo gasto para entendimento inicial do mercado melhor para o cronograma geral do projeto.

Essas categorias de maior valor agregado desafiam a indústria de café para a inovação e para a retomada de índices de crescimento maiores. As empresas estão oferecendo produtos mais diferenciados, de melhor qualidade, e muitas trazem os símbolos de certificação de qualidade. Dessa forma, justifica-se o aumento do consumo de café gourmet e o número crescente de máquinas de café expresso doméstica. Vide gráfico 2, que mostra o aumento no consumo de café em classes de qualidade.

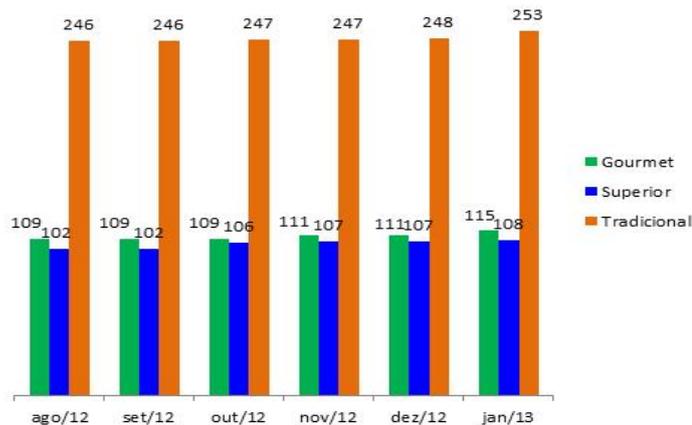


Gráfico 2: Qualidade do café consumido fonte: ABIC

- Dimensionamento

Para realizar o dimensionamento do tamanho do mercado, considerou-se inicialmente o número de estudantes universitários no Brasil (6,7 milhões). Desse grupo separou-se aqueles que consomem café (82%, ou aproximadamente 5,5 milhões). Como não se pode considerar que todos que consomem café são clientes em potencial de uma cafeteira portátil. Para restringir esse grupo de forma a ficar condizente com a realidade, partiu-se da pesquisa de mercado explicada na próxima sessão e chegou-se a uma estimativa de que 6% deste grupo (ou seja, 330.000 pessoas, aproximadamente) formam a demanda potencial inicial do produto.

Para os anos subsequentes considerou-se o número de estudantes que ingressam no ensino superior anualmente (2,2 milhões de estudantes) e aplicou-se os mesmos critérios mostrados anteriormente (82% consomem café e 6% tem interesse em uma cafeteira portátil), chegando-se a aproximadamente 108.000 novos clientes em potencial por ano.

Vale destacar que essa nova demanda anual compensará a parcela daqueles que concluem o ensino superior que não mantém a necessidade do café portátil.

Pesquisa de Mercado

Metodologia

Ao planejar uma pesquisa, deve-se considerar primeiramente os objetivos dessa pesquisa, ou seja, quais são as informações necessárias para a resolução do problema enfrentado. No caso do projeto do produto, são necessárias informações acerca das

necessidades dos potenciais consumidores e também o conhecimento do tamanho do mercado potencial desse produto, a fim de avaliar sua viabilidade.

Tendo definido os objetivos, busca-se o tipo de pesquisa mais adequado ao cumprimento desses objetivos. Escolheu-se fazer uma pesquisa parte exploratória, a fim de obter uma compreensão inicial do universo em que se insere o produto proposto e parte descritiva, para descrever o comportamento e as necessidades dos consumidores em potencial.

Considerando as necessidades da etapa atual do projeto foram elaborados dois questionários a serem utilizados, um de perguntas quantitativas e outro de perguntas qualitativas. As perguntas qualitativas se mostram muito úteis em pesquisas de caráter exploratório, ou seja, quando se deseja obter um ponto de partida para as hipóteses a serem feitas sobre um determinado assunto, hipóteses essas que devem ser validadas e aprofundadas através de outros métodos de pesquisa mais adequados à obtenção de informações mais elaboradas. Para essa função questionários qualitativos se mostram eficientes, desde que se tome determinadas medidas na sua aplicação e interpretação.

O questionário qualitativo apresentou alguns tipos diferentes de perguntas. Havia perguntas de múltipla escolha, perguntas comparativas de elementos e perguntas cuja resposta era dada em escala Likert. As perguntas de múltipla escolha mostram-se bastante eficientes na obtenção e interpretação de grandes massas de dados em curtos períodos de tempo. Isso se mostra importante em pesquisas iniciais ou com prazos apertados. Entretanto, essas perguntas não dão liberdade ao respondente para responder com suas próprias palavras, limitando suas respostas àquilo que os entrevistadores pensam ser mais provável de ser respondido, o que pode ser mitigado através do uso da opção “Outra” nas respostas, abrindo a possibilidade de o entrevistado garantir que sua opinião seja mostrada, a despeito da estrutura rígida das perguntas.

A escala de Likert é amplamente usada em pesquisas de opinião, e fornece uma quantidade maior de dados do que simples perguntas de “sim ou não”, possibilitando respostas ao longo de uma escala que varia de totalmente negativo (discordo totalmente, muito ruim, entre outras qualificações) e totalmente positivo (muito bom, concordo totalmente, etc). Geralmente são fornecidas opções de resposta variando de 1 a 5, uma vez que um número menor de alternativas simplificaria excessivamente as respostas e acarretaria na perda de informações e um número muito elevado tornaria desnecessariamente difícil a interpretação das respostas fornecidas.

As perguntas comparativas são importantes para hierarquizar as necessidades e expectativas dos clientes em relação ao produto. Isso é essencial para etapas seguintes quando for necessário escolher entre duas soluções que apresentem diferentes vantagens e desvantagens. Será possível então sacrificar aspectos vistos como menos essenciais para o cliente para beneficiar aspectos mais valorizados.

As perguntas qualitativas fornecem informações mais complexas e profundas, uma vez que abre a possibilidade de o entrevistado usar suas próprias palavras. Isso faz com que sejam possíveis respostas não esperadas pelo grupo que elaborou a pesquisa, muitas vezes caracterizando necessidades e desejos não imaginados em etapas iniciais da pesquisa. A desvantagem do uso desse tipo de pergunta é a dificuldade da obtenção e da interpretação dos dados. Questionários qualitativos exigem mais reflexão por parte do respondente e, portanto, mais tempo. Além disso, como cada um responde usando um vocabulário próprio é necessário filtrar e agrupar as respostas aparentemente diferentes, mas que tratam do mesmo assunto. Finalmente, soma-se ao trabalho da coleta de dados muitas vezes analisar a linguagem corporal do entrevistado durante as respostas, o que só é viável para pesquisas com grupos pequenos.

Outra decisão importante a ser tomada em uma atividade de obtenção de dados, além da forma e do conteúdo das perguntas, é a forma de escolha dos respondentes. Existem várias formas de se escolher quem responderá as perguntas, que variam desde amostragens aleatórias até a escolha intencional de determinado grupo em função de suas características e sua relação com as necessidades da pesquisa.

Durante as etapas iniciais de desenvolvimento do produto, foram considerados os possíveis públicos alvo para uma cafeteira portátil: estudantes, caminhoneiros, responsáveis pelo teste de qualidade de safras de café e pessoas que gostam de acampar. Esses grupos apresentam características e necessidades distintas e muitas vezes contraditórias, de modo que se buscou priorizar um dos grupos durante a pesquisa. Foi escolhido o grupo dos estudantes, mais especificamente o dos estudantes universitários, por ser um grupo grande, com necessidades relativamente homogêneas e facilidade de acesso por parte do grupo a fim de realizar a pesquisa.

O questionário quantitativo foi enviado então a estudantes dos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP através de redes sociais. Apesar de um grupo homogêneo como esse possivelmente provocar distorções nas respostas obtidas, o prazo para a obtenção dos dados e a necessidade de uma massa grande de dados levou à utilização de um processo de amostragem por conveniência. O grupo deve tomar

especial cuidado na fase de interpretação dos dados obtidos a fim de identificar possíveis distorções causadas por essa decisão.

Escolheu-se um pequeno grupo de estudantes universitários para responder o questionário qualitativo. O menor grupo e as perguntas mais complexas exigiram maior tempo para a tomada e interpretação dos dados, mas proporcionaram um grande número de informações e a possibilidade de identificar necessidades e desejos não esperados.

Perguntas utilizadas:

- Parte Quantitativa:

Pergunta 1: Com que frequência você toma café?

Através dessa pergunta é possível ter-se uma estimativa de quanto café toma um estudante universitário médio, isso influencia na identificação da necessidade que esses estudantes possam ter de uma cafeteira portátil e servem para auxiliar na estimação do tamanho do mercado.

Pergunta 2: Qual a principal razão pela qual você toma café?

Essa pergunta serve para identificar o (s) principal (is) atrativo (s) do café na visão de um estudante universitário. Assim é possível entender quais desejos busca-se atender com o consumo de café, e priorizar características do produto que mais se adequem a esses desejos.

Pergunta 3: Em que situações você usaria uma cafeteira portátil?

Essa pergunta está associada ao aspecto portabilidade da cafeteira. Diferentes locais de uso exigem características distintas (por exemplo, para ser utilizada no carro a cafeteira não pode exigir uso de tomada, deve funcionar através de bateria ou possuir conector adequado ao acendedor de cigarros do carro). Identificar os locais onde o uso será mais provável faz com que as decisões futuras sejam adequadas às necessidades do cliente em potencial.

Pergunta 4: Você prefere: Café de Coador, Café Expresso ou tanto faz.

Através dessa pergunta busca-se identificar a preferência entre café expresso (no qual a água passa pressurizada através do pó de café) e café de coador (sem a necessidade de pressão). Essa pergunta ajuda a identificar a necessidade ou não de uma bomba ou outra forma de pressurizar a água, o que tem grande influência em decisões de aspecto técnico no futuro, especialmente sobre necessidades energéticas do produto.

Pergunta 5: Em que situações você toma café?

Identificar a parcela das pessoas que tomam café fora de casa é essencial para se estimar o mercado potencial para o produto.

Pergunta 6: Dentro de qual faixa de preço você tomaria um café expresso?

A tolerância do consumidor a preços altos de café restringe o possível mercado do produto, uma vez que torna a compra do café em bares/padarias/lanchonetes uma solução viável. Entretanto, caso a maioria responda uma faixa abaixo do preço praticado na maioria dos estabelecimentos comerciais, identifica-se uma possível necessidade do grupo em ter uma solução alternativa, como uma cafeteira portátil.

Pergunta 7: Até quanto tempo você aceitaria gastar para preparar um café?

Essa pergunta mede a tolerância do consumidor a longos períodos de preparo e interfere nas soluções técnicas que se mostrarão aceitáveis. Se um período de preparo curto for essencial, a solução técnica deve contemplar aquecimento com maior potência, facilidade de inserção de pó e água na máquina etc.

Perguntas usando escala Likert

Essas perguntas buscaram avaliar a importância de determinadas características potenciais do produto. As respostas variavam de 1 (pouco importante) a 5 (muito importante).

Pergunta 1: Manter o café quente por longo período

Essa pergunta avalia a necessidade do consumidor de o produto apresentar características de uma garrafa térmica, possibilitando o armazenamento de café pronto em condições próprias para consumo imediato durante longos períodos de tempo.

Pergunta 2: Ser Silencioso

Através dessa pergunta busca-se identificar a necessidade ou não de um produto silencioso, o que acarreta a necessidade de isolamento acústico e pode dificultar a utilização de mecanismos barulhentos como, por exemplo, a bomba.

Pergunta 3: Portabilidade

Nessa pergunta avalia-se um dos aspectos mais importantes do produto. A necessidade de maior ou menor portabilidade vai nortear e limitar diversas decisões de solução técnica, especialmente as que interferirem com o volume ou peso do produto.

Pergunta 4: Design Moderno

Nessa pergunta busca-se descobrir a existência ou não da necessidade de o produto possuir ou não atributos além de suas características funcionais e de uso. Ou seja, se a aparência do produto final deve ser priorizada ou não.

Pergunta 5: Uso de sachês, capsulas etc.

Essa pergunta avalia a viabilidade de soluções técnicas diferentes para a alimentação da máquina com pó. A tolerância (ou necessidade) do consumidor quanto a soluções alternativas ampliará ou restringirá o leque de possibilidades de soluções a serem consideradas.

Pergunta 6: Xícara acoplada

Essa pergunta se relaciona com a possibilidade de uso do produto em qualquer lugar, mesmo quando não houver a possibilidade de se obter um copo ou xícara. Essa necessidade interfere grandemente nas soluções técnicas possíveis não apenas devido a necessidade ou não de xícara, mas também em aspectos de portabilidade, uma vez que o uso de xícara acoplada se beneficia da possibilidade de uso em um maior número de situações.

Pergunta 7: Possibilidade de uso com as tomadas de carro

Essa pergunta se relaciona com as situações onde o produto vai ser utilizado. Se for identificada a necessidade de uso no carro, as soluções técnicas consideradas devem ser escolhidas de acordo. A necessidade de uso no carro pode significar também que existe a necessidade da presença de xícara acoplada.

Pergunta 8: Tomada retrátil

Através dessa pergunta mede-se a tolerância do consumidor à presença de uma tomada retrátil no produto, ou até mesmo a necessidade dessa característica. As respostas obtidas para essa pergunta influenciarão grandemente a escolha das soluções técnicas.

Questões comparativas

Comparação 1: Tamanho portátil x Pouco barulho

Essa comparação serve para decidir, entre portabilidade e silêncio, qual deve ser priorizado. Caso silêncio seja considerado mais importante, por exemplo, o volume e peso extras necessários para o acréscimo de isolamento acústico seria compensado pela diminuição do ruído gerado e seria considerado viável.

Comparação 2: Tempo de preparação curto x Manter café quente

Ao comparar esses dois aspectos descobre-se, aos olhos do consumidor, se devem ser priorizadas características que permitam menor tempo de preparo (maior potência, maior facilidade de uso) ou características que aproximem o produto a uma garrafa térmica, o que poderia dificultar o manuseio (por exemplo, a abertura de uma tampa que isole termicamente o interior é mais difícil e demorada do que a abertura de uma tampa comum).

Comparação 3: Pré-aquecimento da água x Tomada retrátil

Essa comparação permite avaliar a preferência do consumidor quanto a duas soluções técnicas em potencial para a questão da potência necessária. Ambas são soluções que dispensam o uso de uma bateria mais potente (e, conseqüentemente, mais pesada). Conhecer qual das soluções agradaria mais o cliente auxiliará no processo de decidir entre alternativas de solução técnica.

Comparação 4: Tomada retrátil x aquecimento químico

Essa comparação também comparou duas soluções técnicas alternativas ao uso de baterias potentes. Mais uma vez, conhecer a preferência do público alvo facilitará o processo da escolha da solução técnica em etapas futuras.

Pergunta final: Quanto você estaria disposto a pagar por uma cafeteira portátil?

Essa pergunta é essencial para analisar a viabilidade do produto. Uma resposta média muito baixa poderia refletir uma baixa necessidade do produto nesse grupo, levando-se a considerar outros públicos alvo ou o abandono do projeto. A resposta média obtida também é importante para determinar quais soluções técnicas e quais funcionalidades são viáveis. Entretanto, deve-se ter em mente que consumidores dispostos a pagar mais por um produto também exigirão uma maior contrapartida, ou seja, esperarão um produto de maior qualidade, com mais funcionalidades e mais adaptado a suas necessidades específicas.

- Parte Qualitativa

Pergunta 1 : Você gosta de café? Por quê?

Através dessa pergunta é possível identificar quais características do café são importantes e, portanto o que deve ser priorizado no produto para que essas características sejam obtidas e estejam de acordo com as expectativas do consumidor. Essa pergunta permite a identificação de requisitos de performance.

Pergunta 2: O que você considera essencial em um café?

Essa pergunta serve para identificar requisitos obrigatórios e, portanto determina quais características e funcionalidades que o produto deve ter para agradar seu público alvo.

Pergunta 3: Por que é importante possuir uma cafeteira portátil e como isso auxiliaria sua vida?

Essa pergunta permite identificar as expectativas dos consumidores frente ao produto. Além de compreender a necessidade que as pessoas possam apresentar do produto, é possível identificar também quais funcionalidades são consideradas importantes

Pergunta 4: Se você pudesse citar de 3 a 5 características importantes em uma cafeteira portátil o que você citaria?

Essa pergunta permite identificar tanto requisitos obrigatórios, quanto de performance e até mesmo de encantamento.

Aplicação

Tendo determinado a metodologia, o principal objetivo dos próximos dois itens é de apresentar e analisar as respostas que foram obtidas na pesquisa. Com esta análise inicial pretende-se extrair resultados sobre o perfil, preferências e necessidades dos clientes para se levantar os primeiros requisitos do projeto do produto com o auxílio do método QFD.

A pesquisa, conforme mencionado anteriormente, foi dividida em 2 partes: uma quantitativa e uma qualitativa. Na primeira, o número de pessoas que responderam foi de 72, vale ressaltar que nessa etapa existiam questões que só seriam respondidas caso o participante fosse um consumidor o que resulta em uma diminuição de dados coletados para tais questões que tivessem esse pré-requisito, e no caso da qualitativa obteve-se 11 pessoas que responderam.

A análise dos dados foi feito com o software MS Excel 2010.

4.3 – Pesquisa Qualitativa

A pesquisa qualitativa consistiu em um questionário online, com questões puramente abertas, realizado no Facebook, com o auxílio do Google drive, para um grupo restrito de estudantes universitários. Devido ao curto tempo para o levantamento de dados, a pesquisa qualitativa foi feita concomitantemente a pesquisa quantitativa. Para reverter essa situação, uma análise posterior será feita para que o QFD seja montado de maneira a considerar as duas pesquisas.

Das 11 pessoas que responderam ao questionário, nove responderam que gostam de café, continuando para as demais perguntas, e apenas duas respondeu que não apreciava a bebida, não respondendo as demais perguntas. Das respostas coletadas extraiu-se que:

Pergunta 1: Você gosta de café? Por quê?

Dessas nove pessoas que apreciam o café, quatro citaram como justificativa o efeito estimulante do café, que mantém quem o utiliza mais atento e acordado. Além disso, surgiram respostas relacionadas ao gosto, a sensação de pausa e a sensação de reunião com os amigos. “Por causa do gosto e da sensação de "pausa" por um tempo”. “Por que me deixa acordado e me dá um estímulo quando estou cansado”. “porque é gostoso”. São exemplos de afirmações obtidas;

Pergunta 2: O que você considera essencial em um café?

Essa pergunta, embora contenha as respostas mais abstratas, é de fundamental importância para entender os requisitos dos clientes em relação à bebida. As repostas variaram desde gosto encorpado, aroma e sabor característico, temperatura e preço, até sugestões de preparação, com a quantidade “adequada” de água. “Gosto bom, tem que estar quente”. “Deve ser encorpado, com aroma característico e sabor marcante”. “o café tem que ter gosto de café, ser forte e encorpado”. “O café deve manter seu sabor característico, ou seja, considero ruim o café muito diluído em água. Deve haver preocupação em obter a concentração adequada. Além disso, uma concentração maior de cafeína contribui para o efeito energético desejado”. São exemplos do que o consumidor considera essencial;

Pergunta 3: Por que é importante possuir uma cafeteira portátil e como isso auxiliaria sua vida?

As respostas a essa questão forneceram um panorama do que o consumidor espera da *Pingus I*. Elas variaram desde a praticidade, conforto e economia, até os lugares onde o produto pode ser usado, como carros, viagens etc. Além disso, outro ponto citado foi a segurança em relação ao uso e a preocupação com queimaduras e com a qualidade do café. “Mais fácil de manusear, economia com a compra de café em lanchonetes e possibilidade de beber café no carro ou sem precisar se locomover”. “Para os momentos de necessidades, além, claro, das viagens para os locais em que nem sempre possua um lugar para oferecer um bom café”. “eu não precisaria comprar café, com o risco de ele ser de má qualidade ou agüado. Sendo portátil eu posso sempre fazer o café com o meu gosto na hora que eu quiser”. São exemplos de respostas;

Pergunta 4: Se você pudesse citar de 3 a 5 características importantes em uma cafeteira portátil o que você citaria?

As repostas obtidas nessa questão variaram bastante. Essa variedade é importante para que dos requisitos mais gerais se chegue aos requisitos mais específicos. As características citadas foram pouco barulho, facilidade de transporte e manuseio, qualidade do café, quantidade variável de pó, resistência, estética, facilidade de limpeza, compartimento para reserva de pó, peso, durabilidade do produto e da

bateria, segurança, preço, além de tamanho e peso. “Pouco barulho, fácil de transportar, café de qualidade”. “Tamanho aceitável, facilidade de preparo, tempo rápido para o preparo, resistência e estética”. “Durabilidade, facilidade de carregar, qualidade de fazer o café, preço”. São algumas das respostas fornecidas pelos consumidores.

Em posse dessas informações realizar-se-á uma análise da voz do cliente e daquelas ideias que são viáveis tecnicamente. Montando um QFD e, a partir desse, os requisitos que serão considerados no desenvolvimento do protótipo. Destaca-se nas respostas obtidas, que o consumidor tem uma linguagem própria, cabendo ao grupo de projeto interpretar e transformar a voz do cliente em requisitos.



Figura 1: Necessidades dos Clientes

Pesquisa Quantitativa

Parte 1: Testes de múltipla escolha

Pergunta 1: Com que frequência você toma café?

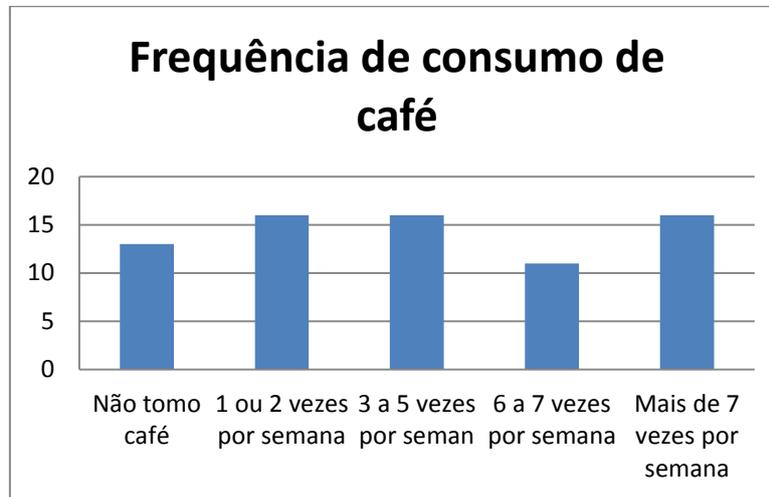


Gráfico 3: Frequência de Consumo de Café

Este gráfico mostra que a frequência que as pessoas consomem café é bastante diversa e os valores são bastante similares entre todos os grupos.

As frequências de 1 ou 2, 3 a 5 e mais de 7 vezes obtiveram o mesmo resultado, que foi de 22,2%. Já 6 a 7 vezes obteve 15,3% e não consome café 18,1%.

O que se pode concluir é que a maior parte, 59,7%, consome café ao menos 3 vezes por semana.

Pergunta 2: Qual a principal razão pela qual você toma café?



Gráfico 4: Razão para Consumo de Café

É evidente que a maioria, 63%, consome o café como estimulante. Este resultado já era esperado devido ao grupo entrevistado que recorre frequentemente à bebida para conseguir acompanhar as aulas e estudar.

Pergunta 3: Em que situações você usaria uma cafeteira portátil?

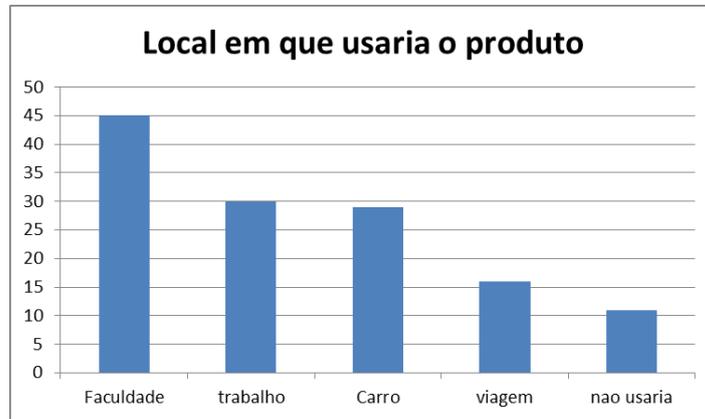


Gráfico 5: Local em que Usaria o Produto

Estes dados devem ser tratados com um cuidado especial, pois nesta pergunta o entrevistado poderia escolher mais do que uma alternativa.

Era esperado que o local onde mais se usaria o produto seria a faculdade devido ao grupo de entrevistados que se escolheu. Mas essa questão é importante, pois tem relação direta com as soluções técnicas possíveis de serem utilizadas, uma vez que se pode selecioná-la analisando os locais em que serão utilizadas e como melhor aproveitar os recursos disponíveis no local. É interessante que porcentagens similares dos entrevistados utilizariam no trabalho e no carro.

Pergunta 4: Você prefere: Café de Coador, Café Expresso ou tanto faz.

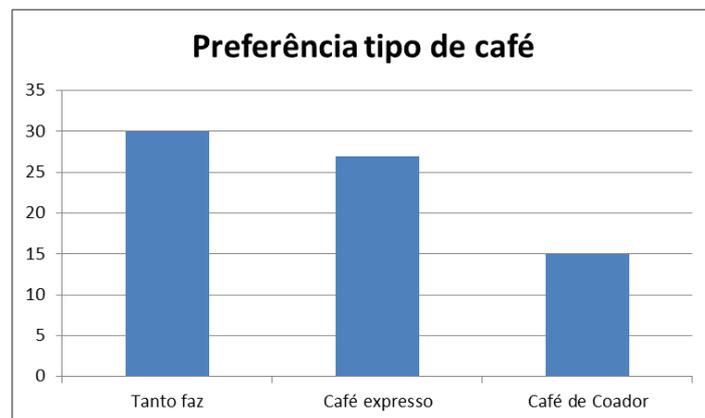


Gráfico 6: Preferência por Tipo de Café

Esta pergunta é vital para o desenvolvimento do projeto e o que se pode concluir é que comparando-se o expresso versus o de coador, o primeiro é consideravelmente mais apreciado que o último, 37,5% e 21% respectivamente as porcentagens para cada tipo, no entanto a maior parte (42,5%) se satisfaz com ambos os tipos. Portanto percebe-se que o café expresso é o que mais agrada ao consumidor.

Pergunta 5: Em que situações você toma café?

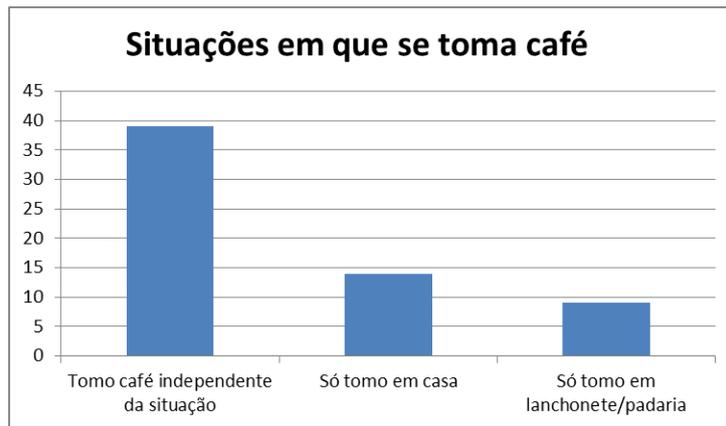


Gráfico 7: Situações em que Toma Café

A esmagadora maioria consome café em qualquer situação ou local, ou seja, a maior parte das pessoas consome conforme lhes convém.

Pergunta 6: Dentro de qual faixa de preço você tomaria um café expresso:

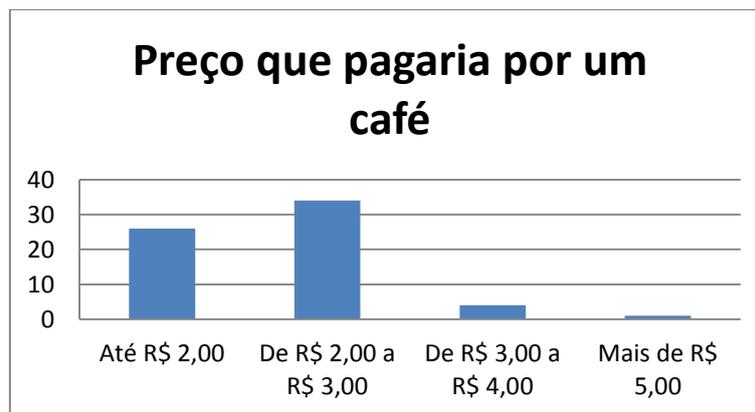


Gráfico 8: Preço que Pagaria por um Café

De acordo com dados apresentados no início do relatório, percebe-se que 52,3% dos entrevistados pagariam pelos preços hoje cobrados por um café, algo que já se esperava devido ao fato dessa ser a faixa mais comum de preços, no entanto uma parcela significativa, 40% pagaria até 2 reais, ou seja, há um grupo expressivo que não está confortável com os preços cobrados atualmente por uma xícara de café.

Pergunta 7: Até quanto tempo você aceitaria gastar para preparar um café?

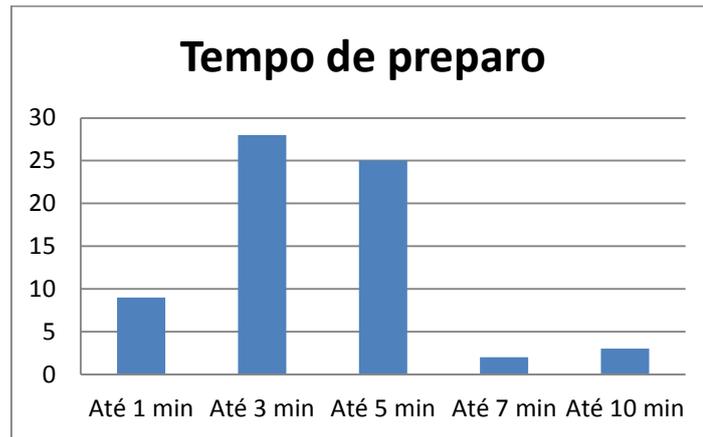


Gráfico 9: Tempo de Preparo Aceito para um Café

Lembrando que o tempo de preparo de café não se leva em conta somente a coagem da bebida, mas sim todo o tempo envolvido no processo, aquecer a água, obter a quantidade apropriada de pó, montar/preparar o aparato para a coagem etc.

Com isso em mente percebe-se que existe uma proximidade grande entre os que gastariam até 3 minutos e aqueles que disponibilizariam 5 minutos, os valores sendo respectivamente, 42% e 38%.

Percebe-se que um intervalo de tempo maior que 1 minuto e menor 3 agradaria grande parte dos futuros compradores.

Parte 2: Usando escala Likert

Pergunta 1: Manter o café quente por longo período

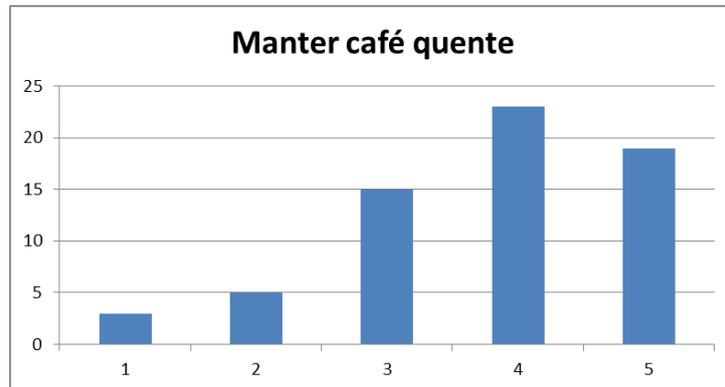


Gráfico 10: Importância de Manter o Café Quente

Do gráfico extrai-se que manter o café por um longo período de tempo é de grande importância já que o percentual tanto daqueles que marcaram 4 (importante) e 5 (muito importante) corresponde respectivamente a, 35,4% e 29,2% resultando em 64,6%.

Dos resultados percebe-se de imediato que é vital para os clientes que o produto tenha características similares à de uma garrafa térmica, algo compreensível, dado que isso permite estender a vida de um dos mais importantes, senão o mais importante fator da bebida, que é a sua temperatura.

Pergunta 2: Ser Silencioso

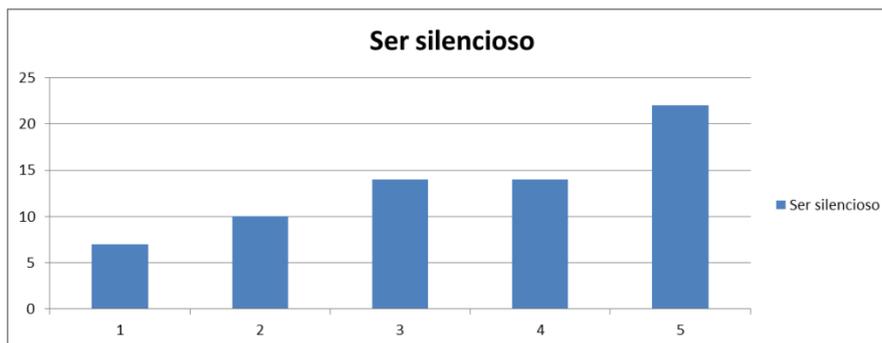


Gráfico 11: Importância de ser Silenciosa

Nesse caso, o resultado não foi tão explícito como no anterior, no entanto a somatória daqueles que consideram o ruído gerado pelo produto como sendo importante ou muito importante é de 53%, sendo que o último obteve um resultado de 33%. O fato dos entrevistados terem considerado o silêncio da máquina um fator relevante pode ser

resultado de que máquinas barulhentas são incômodas e como a proposta do produto é ser portátil, utilizar algo que produz ruído em locais públicos geraria desconforto.

Pergunta 3: Portabilidade

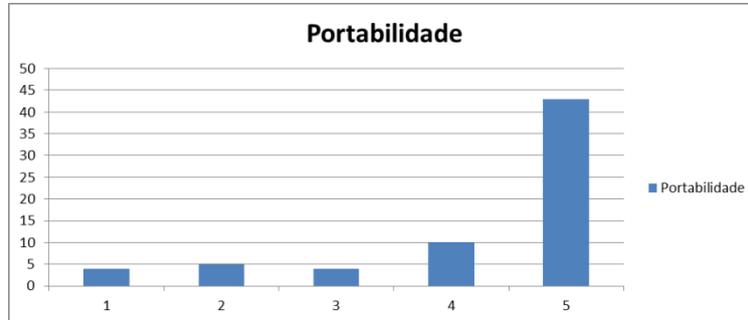


Gráfico 12: Importância da Portabilidade

Resultado mais do que esperado dado que a proposta do produto é de que seja portátil e capaz de ser transportado e utilizado com facilidade em uma miríade de locais e situações.

Pergunta 4: Design Moderno

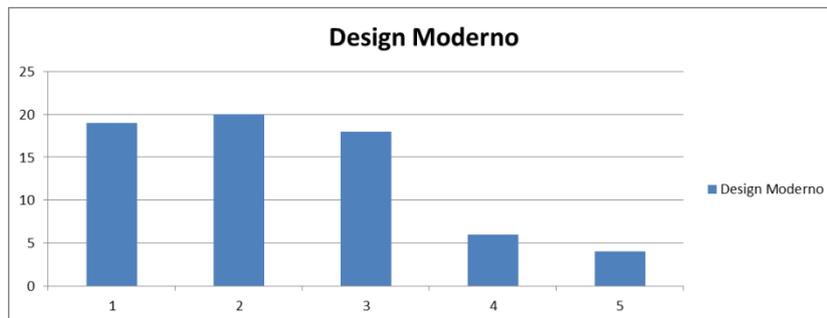


Gráfico 13: Importância do Design Moderno

Pelo gráfico é evidente que esse quesito será de pouquíssima importância para o projeto de acordo com os futuros consumidores, dado que quase 90% dos entrevistados marcaram como sendo indiferente, pouco importante e/ou irrelevante.

Pergunta 5: Uso de sachês, capsulas etc.(ex.: nespresso).

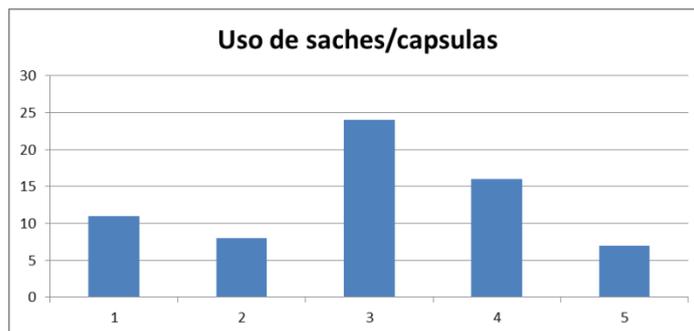


Gráfico 14: Importância do Uso de Sachês/Cápsulas

Este é um caso interessante, pois houve uma divisão de opiniões dado a maior parte (36%) é indiferente ao uso de cápsulas/sachês e houve uma divisão quase que perfeita no restante. 1 e 2 representam 28%.

O grupo deverá optar por utilizar esta opção ou não, mas deve-se tomar cuidado ao utilizar este sistema, pois ele vai de encontro com a proposta de fornecer ao usuário a liberdade de comprar o café e ajustar a quantidade utilizada da maneira que o comprador julgar coerente.

Pergunta 6: Xícara acoplada



Gráfico 15: Importância da Xícara Acoplada

É evidente que a maior parcela dos entrevistados considerada a xícara acoplada como sendo importante (27%), no entanto a fração daqueles que consideram o item irrelevante é de 22%. Somando aqueles que marcaram na escala Likert 4 ou 5 obtemos um percentual de 56% contra 37% daqueles que julgaram a xícara pouco relevante. Pode-se extrair desses dados que a xícara acoplada seja um item que faça a diferença na decisão do consumidor em comprar ou não o produto, já que o objetivo de se ter uma xícara acoplada é de fornecer comodidade ao usuário.

Pergunta 7: Possibilidade de uso com as tomadas de carro

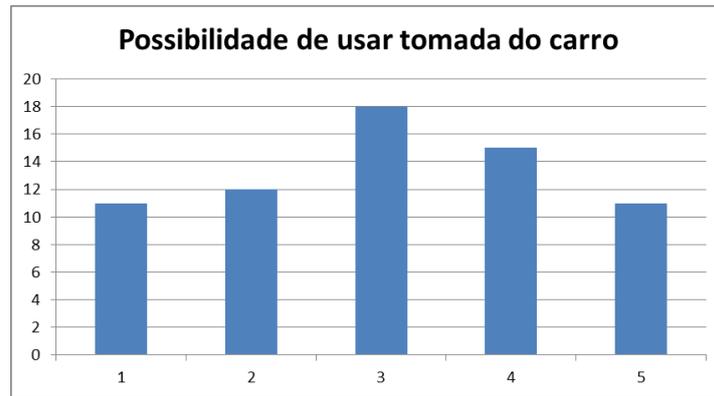


Gráfico 16: Importância do uso no Carro

Esta pergunta foi formulada com base nas pesquisas iniciais realizadas em que se levantou a existência de produtos similares ao em desenvolvimento que se utilizam dessa solução. Os resultados são similares àqueles da questão que indagava a importância do uso de sachês/cápsulas em que houve uma divisão entre aqueles que julgaram o item como importante e aqueles que creem ser irrelevante e com a maioria sendo indiferente. Se esta funcionalidade será ou não parte do produto fica a cargo da equipe, no entanto vale ressaltar que a possibilidade de utilizar a fonte de energia proveniente do carro se alinha com a portabilidade da cafeteira, uma vez que a possibilidade de utilizá-la dentro do veículo aumenta a gama de situações possíveis para o uso do produto.

Pergunta 8: Tomada retrátil

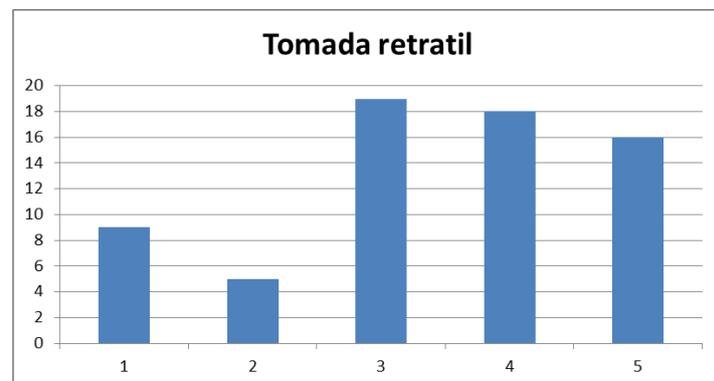


Gráfico 17: Importância de Tomada retrátil

Por tomada retrátil entende-se que seja aquela similar às utilizadas em notebooks, e há uma clara tendência dos entrevistados em considerá-la como um item importante, representando 50% dos entrevistados enquanto 28% são indiferentes. O que se pode extrair destes resultados é que este requisito técnico deve ser considerado como de alta importância pelo grupo, no entanto a sua utilização como solução técnica definitiva depende dos resultados das comparações entre esta solução e outras concorrentes.

Parte 3: Questões comparativas

Comparação 1: Tamanho portátil x Pouco barulho

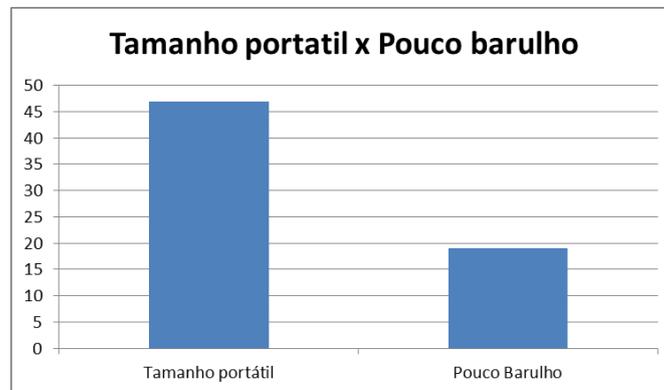


Gráfico 18: Comparação entre Tamanho Portátil e Pouco barulho

Resultado claro e mais do esperado dado a premissa do produto. Portanto para o projeto deve-se priorizar o tamanho do produto do que o nível de ruído gerado, algo que já havia sido constatado na parte anterior da pesquisa e com este resultado obteve-se a sua validação.

Comparação 2: Tempo de preparação curto x Manter café quente



Gráfico 19: Comparação entre Tempo de Preparo Pequeno e Manter Café Quente

Frente a escolha entre o tempo de preparação e a manutenção da temperatura da bebida, os entrevistados preferem que o tempo seja breve mesmo que manter o café quente na etapa anterior tenha sido considerado de grande importância. No entanto o grupo deve analisar se é possível aliar estas duas qualidades ao produto dado que ambas são importantes na visão do consumidor, mas se estas qualidades se revelarem realmente mutuamente excludentes deve-se considerar optar pela rápida preparação.

Comparação 3: Pré-aquecimento da água x Tomada retrátil

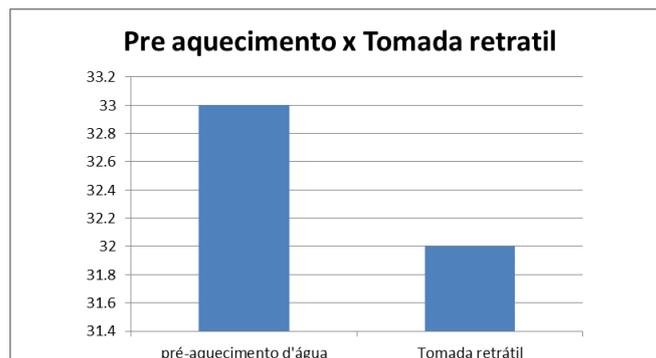


Gráfico 20: Comparação entre Tempo de Preparo Pequeno e Manter Café Quente

Por pré-aquecimento da água entende-se que o usuário esquentaria o líquido a priori em sua própria residência e o armazenaria dentro da cafeteria, que manteria a água quente até o momento em que o consumidor desejasse consumir a bebida. Essa alternativa apresenta a possibilidade de se utilizar fontes que não sejam a energia elétrica via tomadas, no entanto deve-se analisar a viabilidade técnica mais a fundo, aspecto a ser aprofundado em relatórios subsequentes.

O resultado foi surpreendente, pois a esmagadora maioria preferiu o pré-aquecimento da água ao invés de utilizar a tomada retrátil, o resultado obtido da questão gerou questionamentos sobre a acurácia da pergunta.

Para a verificação dos resultados resolveu repetir-se esta pergunta via entrevistas individuais, feitas pessoalmente, em que se indagou o que os entrevistados entenderam por “pré-aquecimento da água”, e o resultado foi que os entrevistados tinham uma concepção sobre o pré-aquecimento diversa da proposta pela equipe e que por este motivo, a má formulação da questão levou a obtenção de dados equivocados, e que, portanto, não serão usados.

Comparação 4: Tomada retrátil x aquecimento químico

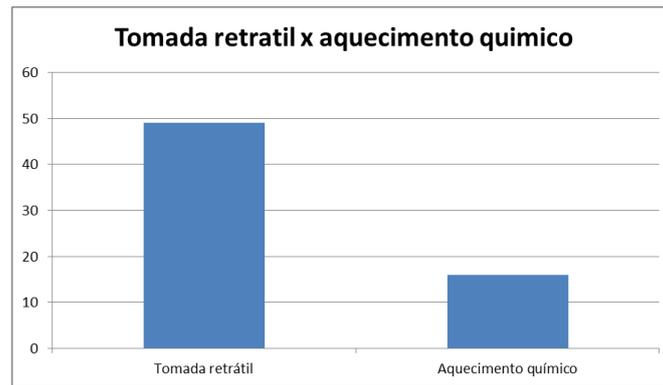


Gráfico 21: Comparação entre Tomada Retrátil e Aquecimento Químico

É evidente que entre tomada retrátil e aquecimento químico os entrevistados preferem o uso de energia elétrica via tomadas, portanto o grupo pode descartar sem maiores preocupações o uso de aquecimento via reações químicas.

Pergunta final: Quanto você estaria disposto a pagar por uma cafeteira portátil?

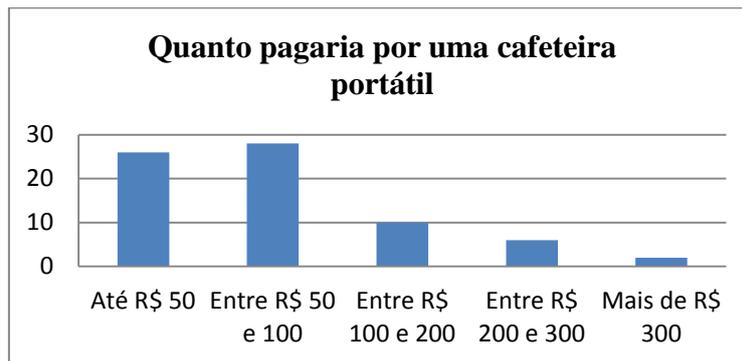


Gráfico 22: Quanto Pagaria por Café

A maior parte dos entrevistados está disposto a pagar um valor entre 50 e 100 reais pelo produto, isto é fundamental para o desenvolvimento do produto, pois isto determinará que tecnologias sejam utilizadas.

Conclusões:

A primeira parte da pesquisa quantitativa foi claramente para traçar o perfil dos entrevistados e tentar localizar possíveis necessidades que são mal atendidas ou que não são atendidas de alguma forma. Notou-se que a maior parte dos consumidores entrevistados consome café pelo menos 3 vezes por semana com o objetivo de obter um efeito estimulante e consomem a bebida no momento que lhes convém, além disso, que estão dispostos a pagar os preços geralmente cobrados pelos estabelecimentos (entre 2 e 3 reais). Para a parte técnica pode-se levantar alguns critérios bastante significativos

como a preferência por café expresso e que utilizariam o produto basicamente nos locais em que passassem a maior do seu tempo (faculdade, carro, trabalho), o tempo rápido de preparo foi algo que também se conseguiu coletar (entre 1 e 3 minutos).

Nas segunda e terceira partes dedicou-se ao levantamento de informações referentes aos requisitos técnicos do produto. Os quesitos que foram classificados como importantes para o grupo de entrevistados foram a portabilidade, baixos níveis de ruído, a tomada ser retrátil e manter o café aquecido. Entretanto, alguns requisitos apresentaram opiniões divididas como a xícara acoplada, utilização de sachês e a utilização da fonte elétrica do carro, tais características citadas ficarão a cargo do grupo decidir se farão parte do produto final levando em conta promover a melhor experiência possível para o usuário.

Com intuito de obter informações mais detalhadas comparou-se características duas a duas de maneira a descobrir o que é mais importante para o cliente. Pode-se extrair que o tamanho portátil é um quesito de extrema importância assim como o tempo rápido de preparação, isso quando comparados, respectivamente, com os níveis de ruído e manter o café quente. A tomada retrátil foi a escolha da maioria quando se comparado com o aquecimento químico. Durante a análise das respostas o grupo deparou-se com um resultado surpreendente, no qual a tomada retrátil foi derrotada por uma grande margem quando comparada com o pré-aquecimento da água, devido a esta grande diferença verificou-se mais a fundo que houve uma interpretação errônea questão dado que o pré-aquecimento não foi claramente explicitado na pesquisa quantitativa e que por isto os dados obtidos nesta questão serão descartado pois estão completamente distorcidos, mas haverá a pesquisa sobre a viabilidade técnica de tal opção. Por fim concluiu-se que a maior parte dos participantes está disposta a pagar um valor entre 50 e 100 reais.

Desdobramento da Função Qualidade

Tendo previamente realizado a identificação das necessidades do cliente final através da pesquisa de mercado, começou-se essa etapa por buscar identificar Voz do Cliente daqueles que não são os clientes finais que compram o produto, mas sim clientes internos, como a área de manufatura, por exemplo, ou mesmo clientes externos que são afetados pelas externalidades do produto, incluída aqui toda a sociedade quando se considera fatores ambientais. Para se fazer isso, usou-se o método do brainstorming,

bem como uma comparação com outros projetos, sendo que tudo isso foi feito através da identificação dos clientes no ciclo de vida do produto, apresentado abaixo. Deve-se ressaltar que pela própria natureza dos métodos usados, já foram gerados diretamente os requisitos desses clientes, não passando pela fase de transformar necessidades em requisitos, o que certamente deverá ser feito em relação aos clientes finais.

Clientes e Ciclo de Vida

É importante para garantir o sucesso de um produto considerar as necessidades dos diferentes tipos de clientes. Ou seja, deve-se atentar aos requisitos dos clientes externos, mas também aos desejos dos clientes intermediários e internos.

As necessidades dos clientes externos, consumidores do produto, geralmente são o foco das atenções das equipes de projeto de produto, uma vez que ignorá-las levará ao fracasso do projeto. Esse tipo de cliente se foca em características como qualidade, preço acessível, funcionalidades, usabilidade, estética, segurança, entre outros. Vale ressaltar o crescimento recente da importância do aspecto sustentabilidade para esse tipo de cliente, que cada vez mais exige produtos que utilizem materiais e práticas ecologicamente corretos. Essas necessidades foram levantadas através da pesquisa apresentada no relatório.

Os clientes intermediários, responsáveis pela distribuição e marketing do produto, apresentam necessidades específicas. Essas necessidades estão associadas a facilidade de armazenamento e transporte, além de sua atratividade ao público para facilitar as vendas. Para compreender as necessidades desse cliente deve-se antes definir quais canais de distribuição serão utilizados para a comercialização do produto, a fim de buscar o melhor resultado possível para o produto.

A penúltima categoria, a de clientes internos, se preocupa com aspectos relacionados à fabricação do produto. Suas necessidades giram em torno de facilidade de produção e uso de materiais e tecnologias de fabricação disponíveis, além de também haver uma preocupação com o transporte e armazenamento do produto.

Por fim, deve-se considerar clientes indiretos, como as pessoas que são afetadas pelo descarte do produto no meio ambiente, levando a consideração de fatores ambientais.

Requisitos do Cliente

Tendo levantado as necessidades dos clientes na fase anterior, e já em posse dos requisitos dos clientes que não são os consumidores finais, deve-se transformar as necessidades em requisitos dos clientes, o que foi feito com ajuda do Software Microsoft One Note 2010 para agrupar necessidades e depois as reescrever, sendo o resultado apresentado abaixo:



Figura 2: Necessidades X Requisitos dos Clientes

Com todos os requisitos dos clientes levantados, pode-se elaborar a primeira matriz do QFD, contendo os requisitos de produto. No entanto, antes disso é fundamental observar os requisitos do produto que concernem à legislação, já que essa é crucial na aprovação para que o produto seja comercializado. Essa legislação define alguns requisitos necessários para o produto, como as embalagens que podem ser utilizadas, Resolução - RDC nº 91, de 11 de maio de 2001 – ANVISA. Além disso, é importante destacar os critérios de manutenção e limpeza, devendo os componentes que

entram em contato com o alimento serem de fácil limpeza ou descartáveis, não apresentando cantos vivos e não podendo oxidar ou fornecer qualquer substância nociva à saúde dos consumidores.

QFD

Com tudo isso, pôde-se finalmente determinar a matriz, conforme apresentada abaixo. Vale ressaltar que nesta fase a pesquisa quantitativa foi fundamental para determinação dos pesos e valores atribuídos na matriz

Esboços do Produto

Apresenta-se aqui alguns esboços do futuro produto, dando enfoque a solução que usa aquecimento por resistência com uso de tomada, apesar de essa solução ainda não ter sido definida como a melhor dentre todas as propostas, o que ocorrerá apenas em fases subsequentes. Tem-se como intenção aqui dar apenas uma noção geral do que se propõe para o produto, mesmo que isso ainda possa ser alterado racionalmente.

Figura 7: Esboço 1

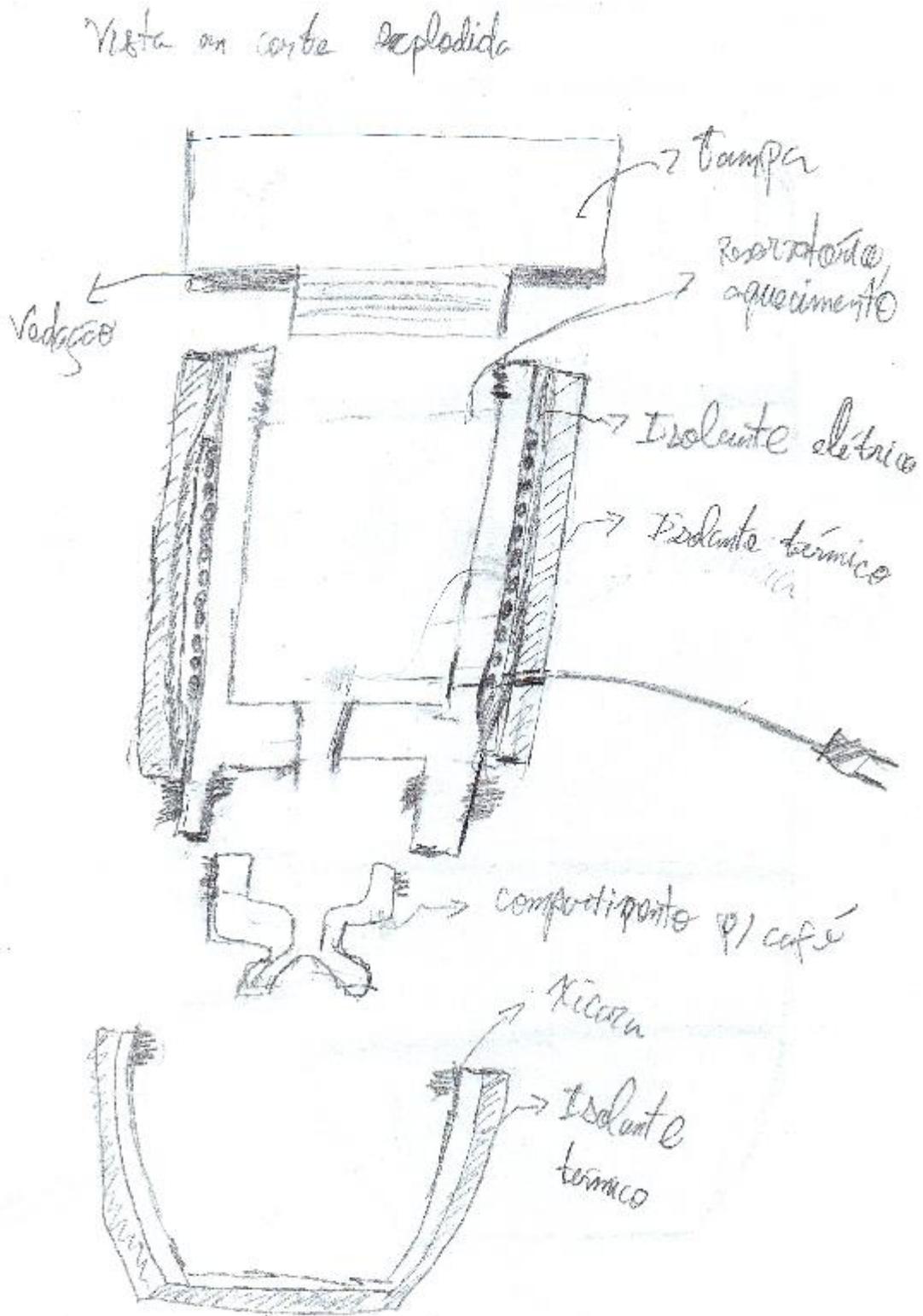
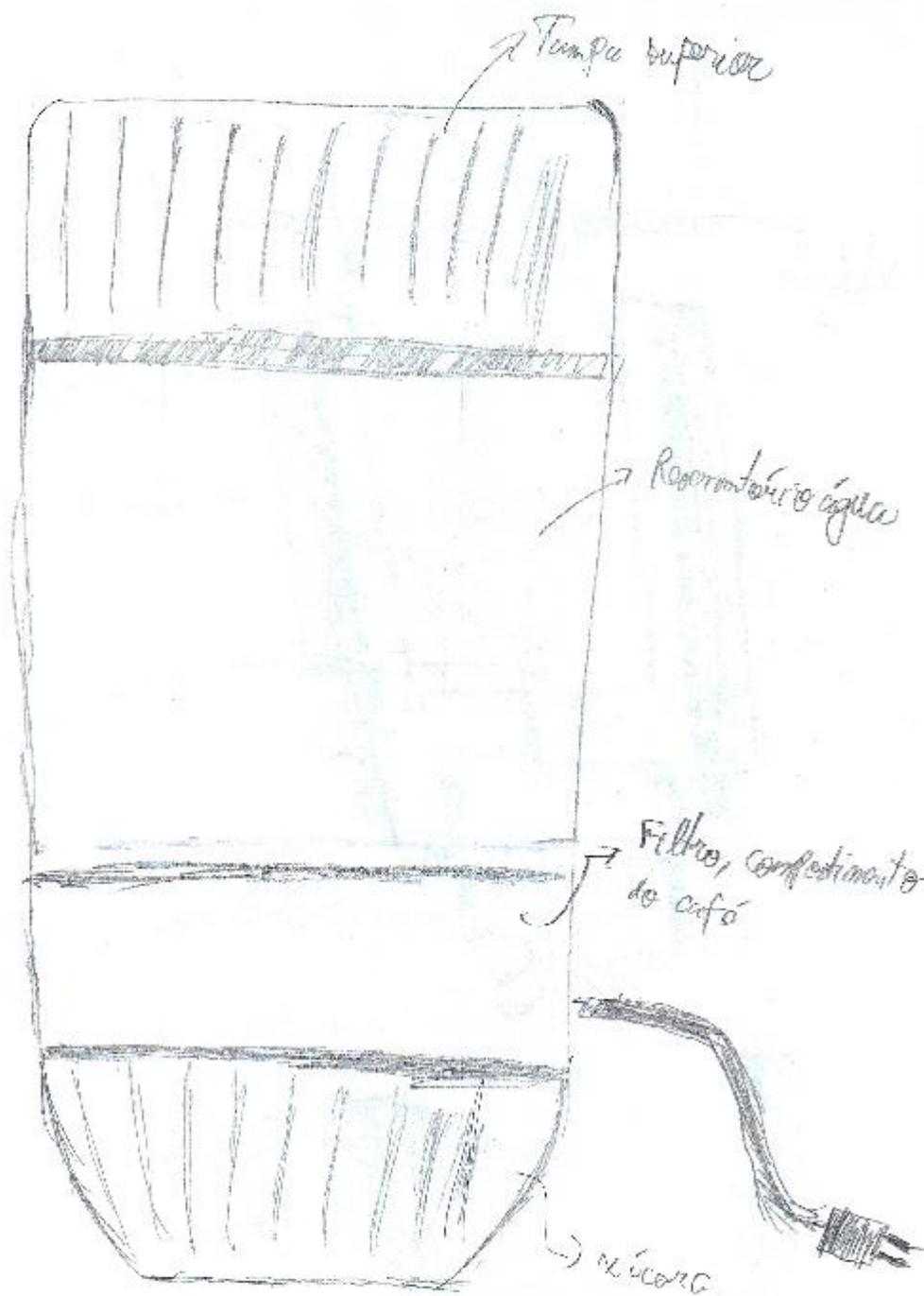
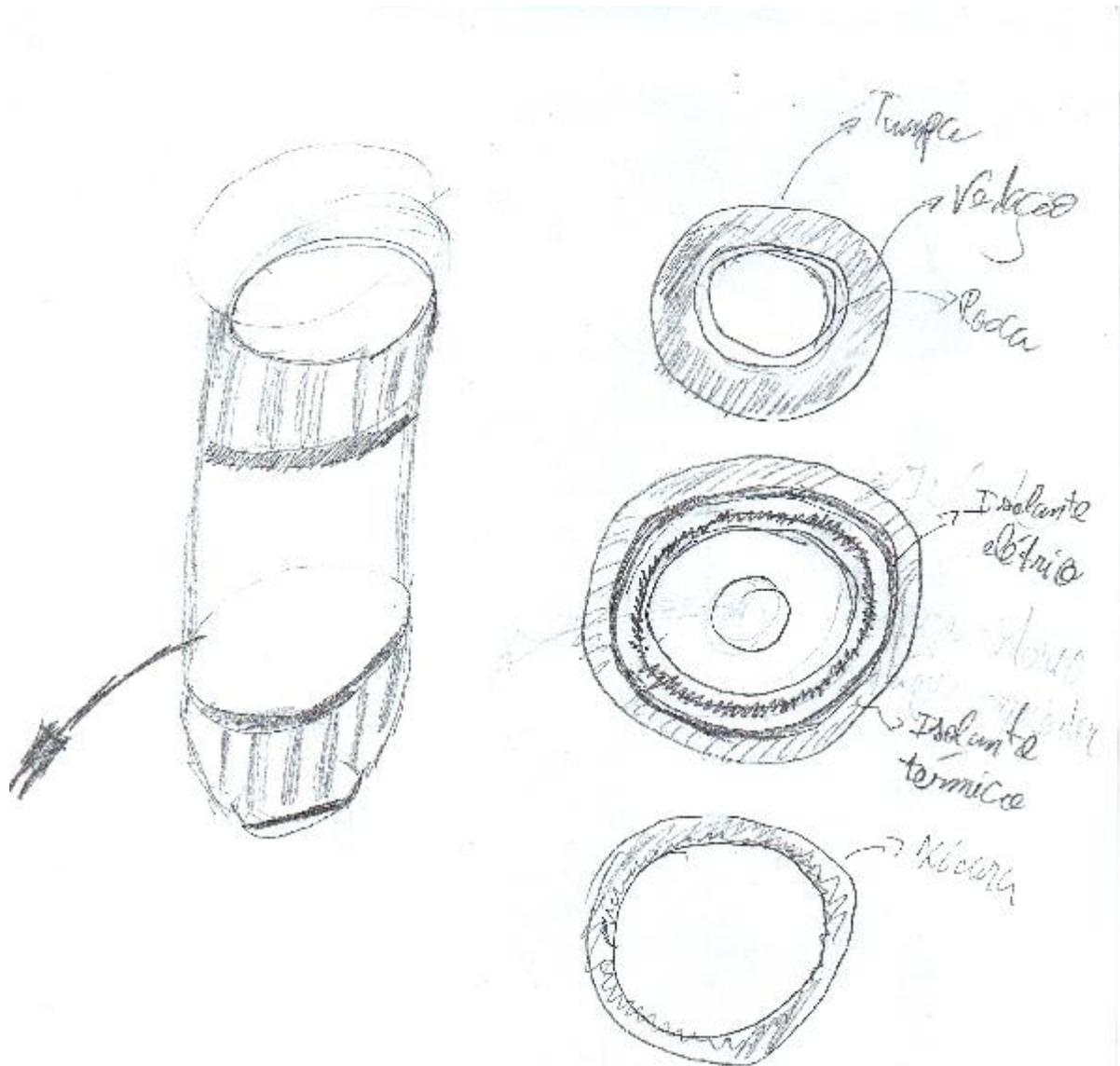


Figura 8: Esboço 2



:

Figura 9: Esboço 3



Análise Funcional

Após a definição do conceito inicial do produto, com os desenhos iniciais, a pesquisa de mercado e a consequente avaliação da voz do cliente, pelo uso da ferramenta QFD, é necessário um aprofundamento no produto. Esse aprofundamento é iniciado pela definição da função principal do produto, seus desdobramentos e as possibilidades de solução.

Função Principal

Para uma cafeteira portátil, a função principal é justamente **fornecer café espresso**. Suas entradas são: água, pó, energia e tipo de café, relacionado com a concentração do mesmo que depende da quantidade de pó e da quantidade de água. Resolveu-se que o tipo de café seria uma variável de entrada, pois conforme definido em fases anteriores, essa possibilidade deve ser considerada para interpretação das possibilidades de arquitetura. Já as saídas são o café, a borra e a energia dispersada na forma de calor, atrito etc. Com isso em mente, chega-se ao seguinte diagrama:

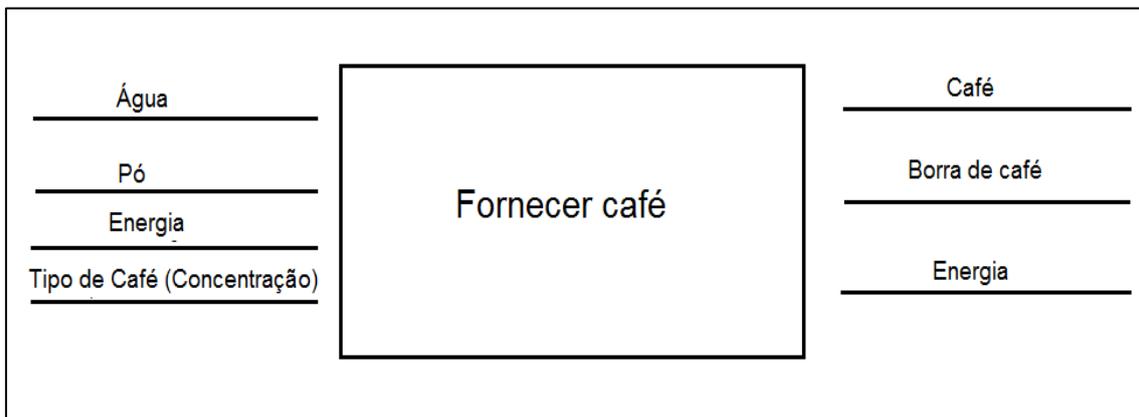


Figura 10: Função Principal

Desdobramento da Função Principal

O desdobramento da função principal é necessário uma vez que o modelo adotado para o desenvolvimento do produto não é o modelo da caixa preta, e saber as etapas intermediárias de transformação é essencial para propor diferentes arquiteturas do produto.

Há na literatura diversas ferramentas para se desdobrar a função principal, entre elas o uso do diagrama FAST, que procura encontrar as funções secundárias utilizando as perguntas “Como?” e “Por quê?”. Optou-se por não utilizar essa ferramenta, uma vez que para alguns produtos como a cafeteira, o diagrama FAST poderia se tornar mais subjetivo, ao passo que os motivos para as funções secundárias podem se ramificar em diversas menores funções. Dessa forma, por meio de *brainstorming*, chegou-se ao seguinte diagrama.

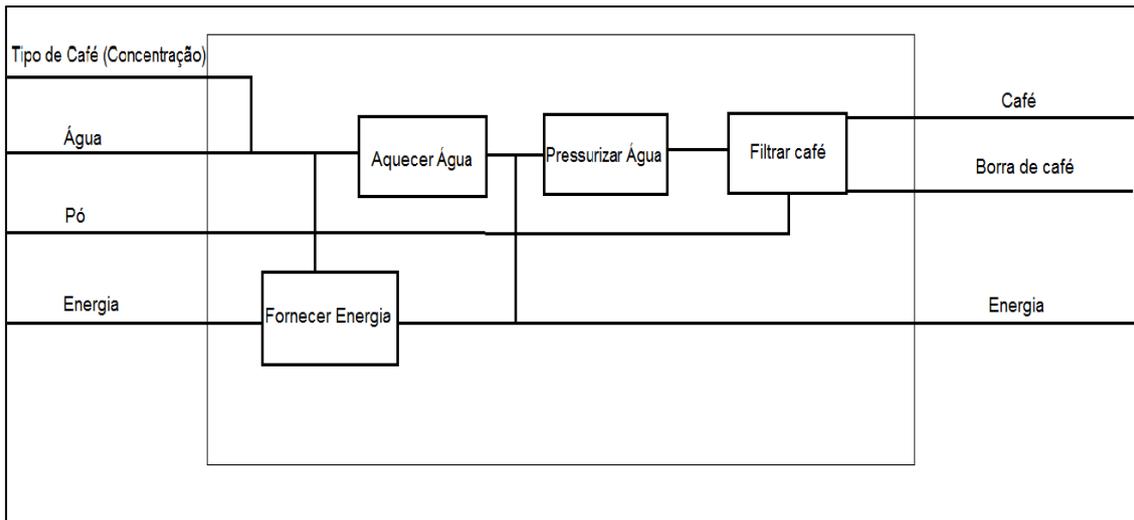


Figura 11: Desdobramento da Função principal

As funções de menor complexidade, ou funções secundárias, identificadas são:

- Fornecer Energia: Essa função é responsável pelo fornecimento da energia utilizada no aquecimento da água. Usualmente essa função é apenas uma entrada do sistema. Entretanto, como para a portabilidade isso é de extrema importância, foi considerada uma função independente;
- Aquecer Água: que se trata do aumento da temperatura da água até o ponto ideal para o preparo de um bom café através da transferência da energia térmica gerada na função anterior. Essa função possui como entrada a energia, a água e o tipo de café, que é representado pela quantidade de água inserida pelo usuário;
- Pressurizar Água: Essa função é responsável por elevar a pressão d'água até o valor ideal para a preparação de um café *espresso*. A literatura do assunto indica que um intervalo entre 9 e 16 Bar é necessário para que o café seja considerado *espresso*. Foi identificado como função, pois se deve pensar com muito cuidado a sua resolução, que traz consigo algumas contradições técnicas;
- Filtrar o café: Representa o processo de extração propriamente dita do café, quando a água passa pelo pó constituindo o café e deixando pó.

Vale destacar que todas as funções apresentadas são básicas, uma vez que estão relacionadas com a necessidade principal do cliente, produzir café remotamente, e necessárias já que sem elas não é possível concretizar o produto final desejado. Além disso, pode-se considerar a fonte de energia como uma função de estima, considerando que a maneira em que está sendo pensada, para a portabilidade, é o maior argumento de venda.

Possibilidades de Solução

Definidas as principais funções do produto, passa-se para a etapa de busca de alternativas de solução que devem partir de um patamar mais amplo para, após um refinamento, definir uma arquitetura específica do produto. Assim, de conhecimentos técnicos, *brainstorming* entre os membros do grupo, pesquisas e *benchmarking* chegou-se aos seguintes efeitos e alternativas de solução para cada função:

Função	Efeito físico	Princípio de Solução
Fornecer Energia	Entrada de energia no sistema	Gás de Cozinha
		Bateria
		Tomada
		Produtos Químicos
Aquecer Água	Aumento da temperatura da água	Chama
		Resistência
		Aparelho de Micro-ondas
		Reações Exotérmicas
Pressurizar Água	Aumento da pressão da água e início e extração do café	Bomba Elétrica
		Vapor d'água
		Êmbolo
Filtrar o café	Separação entre o pó e o café	Filtro Fixo
		Filtro de Papel
		Sachê
		Cápsula
		Centrífuga

Tabela 1: Princípios de Solução encontrados

Vale destacar que chama e aparelho de micro-ondas representam potencialmente formas externas de aquecer a água. Neste caso, aquecer a água deixa de ser uma função do produto em si, pelo menos de forma completa, para ser uma função do usuário.

Matriz Morfológica

Definidas as possibilidades de solução, é possível montar a Matriz Morfológica que facilita a busca sistemática de combinações de princípios de solução, que posteriormente serão transformados em arquiteturas de produto.

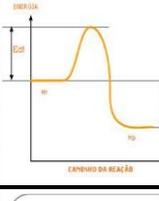
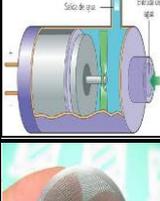
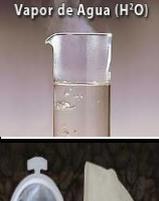
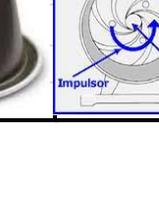
	1	2	3	4	5
Fornecer Energia					
Aquecer Água					
Pressurizar Água					
Filtrar o café					

Tabela 2: Matriz Morfológica

Da análise da matriz morfológica, é possível chegar a algumas arquiteturas para o produto, como as combinações:

- I. Tomada, resistência, vapor d' água e filtro de papel;
- II. Tomada, resistência, bomba elétrica e sachês;
- III. Gás de cozinha, chama, êmbolo e sachê.

Que devem ser analisadas posteriormente na fase de comparação entre as soluções. Além disso, percebe-se que algumas combinações, como gás e existência, não são possíveis e para todas é essencial realizar a análise das contradições técnicas e, através de ferramentas como a TRIZ, buscar minimizar essas dificuldades técnicas.

TRIZ

A TRIZ é uma técnica criada por Altshuller para resolução dos problemas definidos por ele como inventivos, indicando problemas que para serem resolvidos devem lidar com uma contradição técnica. Dentre as leis propostas pelo autor, há a afirmação de que os sistemas evoluem para atingir maior grau de idealidade, sendo que esta pode ser definida de maneira representativa pela seguinte fórmula:

$$\text{Idealidade} = \frac{\Sigma \text{benefícios}}{\Sigma \text{custos} + \Sigma \text{desvantagens}}$$

Pode-se definir idealidade no caso da *Pingus I* da seguinte forma:

Capacidade de produzir um café expresso na temperatura e pressão dentro dos padrões e considerando a característica diferenciadora de portabilidade.

Considerando idealidade como definida acima, passou-se a aplicação do método da TRIZ nas contradições encontradas no telhado da matriz do QFD e considerando-se a utilização das possibilidades de soluções apresentadas acima, para que, posteriormente, a comparação seja mais adequada e se visualize a possibilidade de correção de contradição dentro de um ramo escolhido. A seguir pode ser encontrada sequência de trabalho realizada, considerando que foi realizada a matriz de contradições (MC):

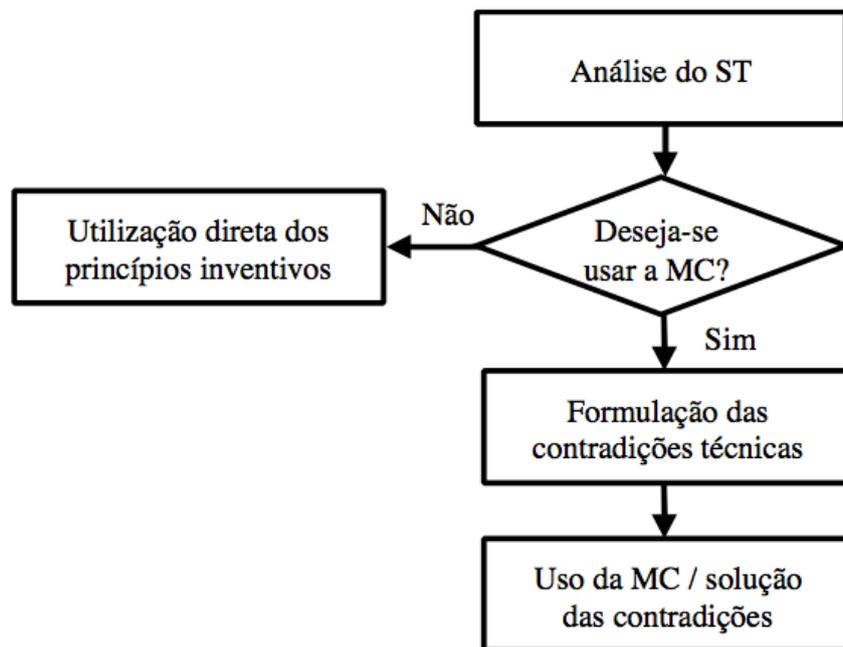


Figura 12: Sequencia de atividade. Foi utilizada a Matriz de Contradição

A partir daí foram formuladas as seguintes contradições técnicas:

Contradição	Característica Desejada a melhorar	Característica Desejada que Piora
1	Uso da Bateria aumenta a Portabilidade	Aumenta o peso
2	Uso do Vapor diminui o peso da bomba	Aumenta energia térmica necessária
3	Uso de Sachês diminui o peso do filtro	Aumenta o custo
4	Uso de centrífuga diminui o peso do filtro	Dificulta a fabricação
5	Uso de Chama diminui peso	Diminui a Portabilidade
6	Reações Exotérmicas diminui peso	Aumenta custo
7	Uso de Tomada diminui peso	Diminui Portabilidade
8	Uso de Tomada Aumenta energia disponível	Diminui portabilidade
9	Uso de Embolo diminui peso	Aumenta esforço do usuário
10	Uso de Resistência aumenta a portabilidade	Aumenta Energia necessária

Tabela 3: Contradições Técnicas

Seguindo então a metodologia da TRIZ, que transforma um problema específico num problema genérico, colocamos as seguintes contradições genéricas. Obtendo então os princípios genéricos de solução possíveis.

Contradição	Característica Desejada a melhorar	Característica Desejada que Piora	Princípios de Solução
1	33 - Conveniência de Uso	1 - Peso do Objeto em Movimento	25, 2, 13, 15
2	1 - Peso do Objeto em Movimento	22 - Perda de Energia	6, 2, 34, 19
3	1 - Peso do Objeto em Movimento	30 - Fatores externos indesejados	22, 21, 18, 27
4	1 - Peso do Objeto em Movimento	32 - Manufaturabilidade	27, 28, 1, 36
5	1 - Peso do Objeto em Movimento	33 - Conveniência de Uso	35, 3, 2, 24
6	1 - Peso do Objeto em Movimento	30 - Fatores externos indesejados	6, 2, 34, 19
7	1 - Peso do Objeto em Movimento	33 - Conveniência de Uso	35, 3, 2, 24
8	21 - Potência	33 - Conveniência de Uso	26, 35, 10
9	1 - Peso do Objeto em Movimento	33 - Conveniência de Uso	35, 3, 2, 24
10	33 - Conveniência de Uso	22 - Perda de Energia	2, 19, 13

Tabela 4: Contradições genéricas e princípios de solução

Os 40 Princípios Inventivos			
1 - Segmentação	2 - Separação / Remoção / Descarte	3 - Qualidade localizada	4 - Assimetria
5 - Fusão, União ou Mistura	6 - Universalização	7 - Alinhamento	8 - Contrapeso
9 - Compensação prévia	10 - Ação Prévia	11 - Amortecimento ou proteção prévia	12 - Remova a tensão
13 - Inversão	14 - Esfericidade ou recurvação	15 - Dinamização	16 - Ação parcial ou excessiva
17 - Mudança para Nova Dimensão	18 - Vibração mecânica/Ressonância	19 - Ação Periódica	20 - Continuidade de uma ação útil
21 - Despachar rapidamente	22 - Transformar prejuízo em lucro	23 - Feedback	24 - Mediação
25 - Autoserviço	26 - Cópia	27 - Uso de objetos descartáveis	28 - Outro Sentido
29 - Fluidez	30 - Fino e Flexível	31 - Brecha/Abertura/Escape	32 - Mudança de cor
33 - Homogenização	34 - Descarte e recuperação	35 - Mudança de Parâmetro	36 - Transição de fase
37 - Mudança Relativa	38 - Atmosfera Enriquecida	39 - Atmosfera Estável	40 - Estruturas compostas

Tabela 5: Princípios de solução da TRIZ

Finalmente, a partir das soluções genéricas propostas, encontrou-se as seguintes soluções específicas:

Contradição	Solução
1	2: Remoção da Bomba e uso de formas alternativas
2	6: Utilizar o vapor da Água que será usada no café
3	22: Fornecer Sachês como parte do produto
4	27: Substituir a centrífuga por sachês ou filtros descartáveis
5	2: Alterar a forma de aquecimento
6	2: Alterar a forma de aquecimento
7	3: Utilizar de forma eficiente a tomada
8	10: Utilizar tomadas escamoteáveis
9	35: Alterar a temperatura para aproveitar o Vapor
10	19: As resistências só funcionarão até atingir a temperatura

Tabela 6: Soluções Específicas

Dessa Forma, a utilização da TRIZ permitiu uma análise e comparação inicial das soluções, alguns conflitos que podem gerar da sua adoção bem como princípios inventivos que permitam sua correção. É importante destacar que as análises onde a solução encontrada foi a substituição do modelo de solução adotado não descartam um estudo mais aprofundado da solução, pois se trata apenas de uma primeira análise.

Estudo de Aproveitamento Técnico

Definidas as possibilidades de solução, descritas anteriormente, inicia-se o processo de estudo de aproveitamento, facilitando a comparação entre os diferentes princípios e, dessa forma, a definição da arquitetura que será adotada.

Para cada função apresentada pelo produto há critérios diferentes na análise dos princípios de solução. Dessa forma, o estudo da filtragem deve considerar a forma de preparação do pó, mas para a forma de pressurização da água esse fator não é relevante, uma vez que esses fatores não estão diretamente relacionados.

Colocado esse ponto, farar-se-á um estudo de aproveitamento para cada etapa definida anteriormente.

Fornecer Energia

Para os diferentes meios de fornecer energia, (Gás de cozinha, Bateria, Tomada e Produtos Químicos), serão comparados os seguintes aspectos, facilidade de projeto, custo ao usuário e portabilidade.

- Facilidade de projeto:

O uso de gás de cozinha é o que apresenta maior dificuldade no projeto, uma vez que sua adequação a um produto portátil é praticamente inviável, conforme descrita na TRIZ anteriormente apresentada, devendo fazer parte de um processo separado.

O uso de baterias possui como principal dificuldade de projeto o espaçamento interior no produto, assim como o uso de produtos químicos, que, além disso, exigem uma fácil manutenção. Já a utilização de tomadas é a solução mais simples de ser projetada, uma vez que o fio utilizado pode ser fino e ser externo ao produto.

Gás de cozinha < Produtos Químicos < Bateria < Tomada

- Custo ao Usuário

A utilização de processos químicos é aquela que possui um maior custo ao usuário, uma vez que a cada utilização a fonte de energia deverá ser trocada. Além disso, os produtos químicos que hoje seriam capazes de fornecer energia de maneira controlada e pouco perigosa, como o *Grafeno*, são caros, da ordem de R\$10.000,00 por Kg.

A utilização de gás de cozinha é barata, da ordem de R\$2,65 por Kg quando fornecidos em botijão ou R\$11,53 por m³ quando encanado. Já a bateria e a tomada embora utilize uma fonte de rendimento maior (Não podemos comparar apenas o preço bruto, e sim o preço pela quantidade de energia gerada), energia elétrica, da ordem de até R\$200,00 para baterias maiores e R\$ 79,40 por MWH na grande São Paulo para tomadas, que puxam energia diretamente da rede, apresenta um custo maior do que o gás de cozinha.

Processos Químicos < Bateria < Tomada < Gás de Cozinha

- Portabilidade

O gás de cozinha é o que apresenta a pior portabilidade, uma vez que o processo de aquecimento não pode ser associado ao produto. Assim, o usuário deve aquecer a água e leva-la consigo. Já a tomada, embora represente uma menor portabilidade quando comparada a baterias pequenas e processos químicos acaba sendo a melhor alternativa já que para baterias, especialistas em termodinâmica dimensionaram o tamanho necessário como a bateria de carro, nada portátil para o produto em análise, e os produtos químicos exigem um transporte cuidadoso.

Gás de Cozinha < Bateria < Processos Químicos < Tomada

Em resumo tem-se:

Critério	Melhor Solução	Pior Solução
Facilidade de Projeto	Tomada	Gás de Cozinha
Custo	Gás de Cozinha	Produtos Químicos
Portabilidade	Tomada	Gás de Cozinha

Tabela 7: Comparação da função "fornecer energia"

Por essa análise, percebe-se que a pressurização por uso de tomada é a melhor solução, dadas as necessidades identificadas.

Aquecer Água

O aquecimento d'água (chama, resistência, Aparelho de Micro-ondas e Reações exotérmica) apresenta quesitos de análise muito semelhantes aos da análise anterior, uma vez que estão diretamente associados às fontes de energia. Dessa forma, os seguintes aspectos serão considerados: Facilidade de projeto, Facilidade de manutenção e Portabilidade.

- Facilidade de Projeto

A análise desse quesito para a função de aquecimento de água é muito semelhante àquela realizada para o fornecimento de energia. A utilização de reações exotérmicas exige um projeto muito bem elaborado, que garanta a estabilidade do projeto. A utilização de chama também apresenta uma maior dificuldade de projeto, já que o aquecimento deve ser desassociado do produto.

Já a utilização do Aparelho de Micro-ondas como presente em alguns produtos do mercado, pode estar associada diretamente ao produto, embora ainda seja uma fonte externa de calor, não apresentando tantas dificuldades, embora o projeto mais simples seja o de resistências, modelo consagrado em diferentes produtos, desde painéis elétricos, até chuveiros.

Reações Exotérmicas < Chama < Aparelho de micro-ondas < Resistência

- Facilidade de Manutenção

A Facilidade de manutenção varia desde a troca de equipamentos quebrados até a limpeza, ou seja, está bastante relacionada ao critério anteriormente descrito. Quanto à limpeza, os projetos que utilizam chama, Aparelho de micro-ondas e resistência são parecidos, exigindo a limpeza apenas da borra do café, já a solução com reações químicas requer a limpeza do local de reação, que não necessariamente é simples.

Quanto à manutenção, aquelas que apresentam maior dificuldade são as resistências e o Aparelho de micro-ondas, sendo o segundo mais complicado, normalmente exigindo a contratação de terceiros.

Reações Exotérmicas < Resistência < Aparelho de Micro-ondas < Chama

- Portabilidade

A portabilidade também é um critério semelhante ao analisado na função anterior. Assim, o modelo que menos apresenta portabilidade é o da chama, seguido pelo do Aparelho de micro-ondas. Já os modelos de reações e de resistência são os de maior portabilidade. Novamente, o segundo é melhor, pois está associado à energia elétrica, que é uma forma mais estável de energia.

Chama < Aparelho de Micro-ondas < Reações Exotérmicas < Resistência

Em resumo, tem-se:

Critério	Melhor Solução	Pior Solução
Facilidade de uso	Vapor/ bomba	Êmbolo
Geração de ruído	Êmbolo/vapor	Bomba
Peso	Vapor	Bomba

Tabela 8: Comparação da função "Aquecer Água"

Por essa análise, percebe-se que a pressurização por uso de vapor d'água é a melhor solução, dadas as necessidades identificadas.

Pressurizar da água

Para os diferentes meios de obter a pressão necessária, (bomba elétrica, êmbolo e vapor d'água), serão comparados os seguintes aspectos: facilidade de uso, peso, geração de ruídos e necessidades energéticas.

- Facilidade de uso:

O uso de um êmbolo manual é o que apresenta maior dificuldade de uso, uma vez que requer a força de trabalho humana para executar a pressurização da água. Não se percebe diferenças significativas em termos de facilidade de uso entre a bomba elétrica e a pressurização por vapor d'água. Temos, portanto:

$$\text{Êmbolo} < \text{Bomba/vapor}$$

- Peso:

É fácil perceber que a pressurização através de vapor d'água, por não exigir componentes adicionais no produto, apresente a solução com menor peso. Em seguida temos o êmbolo, mecanismo mais simples e com menos componentes, logo mais leve. A bomba elétrica é a alternativa que mais acrescenta peso ao produto final.

$$\text{Vapor} < \text{Êmbolo} < \text{Bomba}$$

- Geração de ruídos:

Tanto a pressurização por vapor d'água quanto por embolo apresentam baixos níveis de ruído. Já a bomba gera maior ruído, devido ao uso de um motor.

$$\text{Vapor/êmbolo} < \text{Bomba}$$

- Necessidades energéticas:

Mesmo sabendo que a energia necessária para aumentar a pressão da água será a mesma não importando o método utilizado, a fonte fornecedora e as perdas de energia serão diferentes de acordo com a solução. O uso do êmbolo faz com que a energia seja fornecida pelo usuário, reduzindo a necessidade energética do produto, e envolve perdas principalmente por atrito. O uso do vapor d'água teoricamente exige a mesma energia

que a bomba, mas por envolver menos componentes, espera-se que apresente perdas menores.

Êmbolo < Vapor < Bomba

Em resumo, tem-se:

Critério	Melhor Solução	Pior Solução
Facilidade de uso	Vapor/ bomba	Êmbolo
Geração de ruído	Êmbolo/vapor	Bomba
Peso	Vapor	Bomba
Necessidades energéticas	Êmbolo	Bomba

Tabela 9: Comparação da função "Pressurizar Água"

Por essa análise, percebe-se que a pressurização por uso de vapor d'água é a melhor solução, dadas as necessidades identificadas.

Filtrar Café

Para os diferentes meios de filtrar o café, (Filtro Fixo, Filtro de papel, Cápsula, Sachê e centrífuga), serão comparados os seguintes aspectos: facilidade de limpeza, custo e preparo do pó.

- Facilidade de Limpeza

As soluções que utilizam meios descartáveis são mais fáceis de realizar a limpeza, assim, filtro de papel, cápsula e sachê são melhores. Quanto à centrífuga e ao filtro fixo, o segundo apresenta maior facilidade uma vez que realizar-se-á a limpeza em apenas uma pensa, enquanto na centrífuga são diversas.

Centrífuga < Filtro Fixo < Filtro de Papel/Cápsula/Sachê

- Custo

Para o cliente, as soluções que apresentam maior custo são aquelas descartáveis. Assim, filtro de papel, cápsula e sachê são as piores. Sendo cápsula mais cara, R\$ 1,20 por embalagem, seguida de cápsula, e filtro de papel, R\$ 0,50 por e utilização. Vale destacar que o sachê já vem com pó, tornando seu valor para o cliente mais elevado.

Cápsula < Filtro de Pape < Sachê < Centrífuga/Filtro fixo

- Preparo do pó

Para a realização do café expresso é necessária um compressão do pó. Essa compressão deve ser manual nas opções onde o café deve ser colocado pelo usuário, o que pode gerar desconforto. Dessa forma as soluções Cápsula e Filtro se destacam. Não havendo grandes diferenças entre ambas nesse quesito.

Centrífuga/ Filtro Fixo e de Papel < Cápsula/Centrífuga

Em resumo, tem-se:

Critério	Melhor Solução	Pior Solução
Facilidade de Limpeza	Filtro de Papel/Cápsula/Sachê	Centrífuga
Custo	Centrífuga/Filtro fixo	Cápsula
Preparação do pó	Cápsula/Centrífuga	Centrífuga

Tabela 10: Comparação da função "Filtrar Água"

Por essa análise, percebe-se que a filtragem utilizando sachês é a melhor solução, dadas as necessidades identificadas.

Estudo de diferenciação

Definidas as soluções iniciais, um passo importante é a realização de um *benchmarking* exploratório, para entender como são e quais são as principais diferenças entre aquilo pensado para o novo produto e aquilo que o mercado desenvolve. Dessa forma aumenta-se o material para a definição de uma arquitetura final.

Ao se realizar uma busca pouco pretensiosa no Google por cafeteiras portáteis ou *portable coffee maker*, pode-se encontrar uma miríade de produtos com as mais diversas características, para efeito de comparação selecionou-se alguns modelos:

- Handpresso auto E.S E:

Essa cafeteira portátil utiliza a energia elétrica proveniente do carro para o seu funcionamento e está equipada com todos os aparatos comumente encontrados em uma máquina de café *espresso* para o seu funcionamento, ou seja, bomba, aquecedor, reservatório de água e filtro. O equipamento possui um acessório que permite utilizar tomadas como fonte de alimentação. A cafeteira custa 149 euros e o adaptador 89 euros.



Figura 13: Handpresso auto E.S E

Fonte: <http://www.handpresso.com>

- Piamo:

Este produto ainda não se encontra no mercado, no entanto é bastante interessante, pois é uma xícara que contém um compartimento para a água e o sachê, ambas essas partes são feitas de plástico e o funcionamento se dá utilizando a energia provida pelo micro-ondas para aquecer a água e utiliza a pressão do vapor para coar o café. Não tem preço definido

Fonte: <http://www.yankodesign.com/2013/01/31/home-made-espresso-cup/>

- Handpresso Wild Hybrid

Nesse produto a solução para a pressurização da água dá-se via a utilização de um bombeamento similar àquele utilizando em bombas de bicicleta, em que o usuário realiza o bombeamento até a pressão de 16bar e em seguida insere água quente no equipamento e prepara o café. Um ponto a ressaltar é que o aquecimento da água é feito utilizando fontes externas à cafeteira. Preço de 100 euros



Figura 14: Handpresso Wild Hybrid

Fonte: <http://www.handpresso.com>

- Nespresso U

Apesar desta cafeteira não ser portátil como as outras, é uma máquina de *espresso* de uso doméstico bastante conhecida principalmente por utilizar-se de cápsulas, e o seu funcionamento é igual ao de outras máquinas de *espresso*. Os materiais são basicamente plástico, acrílico e metal. O seu preço é de 495 reais



Figura 15: Nespresso U

Fonte: <http://www.nespresso.com>

Dessa forma, analisando os resultados obtidos com a ferramenta TRIZ, o estudo de alternativa e o estudo de diferenciação, chega-se a seguinte arquitetura:

	3
Fornecer Energia	
Aquecer Água	
Pressurizar Água	Gases del Efecto Invernadero Vapor de Água (H ² O) 
Filtrar o café	

Tabela 11: Solução Definida

Assim, a Pingus I, diferencia-se destes produtos por aliar as diversas qualidades dos produtos citados acima em um único produto. Os principais diferenciais em relação aos seus concorrentes são a utilização de energia elétrica via tomadas ou energia do carro para realizar o aquecimento da água, e o outro diferencial é a ausência de bomba, uma vez que a remoção desse item reduz tanto a complexidade do produto assim como

o seu peso. Como solução para a pressurização da água será utilizada a pressão do vapor gerado pelo aquecimento da água, que será esquentado até atingir a pressão adequada.

O produto também visa dar liberdade ao usuário de preparar a sua bebida conforme o seu gosto, através da possibilidade em variar as quantidades de pó e água. Em relação à portabilidade, é o objetivo da equipe de desenvolvimento manter o volume (total) do equipamento em torno de 750ml e 1000ml, ou seja, similar a uma garrafa térmica.

Abaixo segue uma tabela comparando os diversos requisitos entre produtos existentes no mercado e a Pingus I

	<i>Pingus I</i>	<i>Handpresso auto E.S.E</i>	<i>Nespresso U</i>	<i>Piamo</i>	<i>Handpresso Wild Hybrid</i>
Aquecimento	Resistência elétrica	Resistência elétrica	Resistência elétrica	Microondas	Externo
Bombeamento	Pressão do vapor	Bomba	Bomba	Pressão do vapor	Bombeamento manual
Fonte de energia	Tomada/ Energia do carro	Energia do carro	Tomada	Microondas	Externo
Varição na bebida	Sim	Não	Pouca (2 opções)	Não	Não
Dimensões	entre 750ml e 1000ml	21 cm x 7 cm (Altura x Diâmetro)	11,5 x 36,9 x 25,1 cm (LxAxP)	-	10 x 7 x 22 cm (LxAxP)
Preço	a definir	149 euros	R\$ 495,00	-	99 euros

Tabela 12: Comparação entre os produtos existentes

1. Escala vertical e determinação do valor mercadológico

Por valor mercadológico entende-se o preço que o produto pode assumir dadas as condições de concorrência.

Apesar de que no questionário das etapas iniciais do desenvolvimento do produto perguntou-se sobre o preço que os futuros clientes estariam dispostos a pagar pela *Pingus I*, o questionamento realizado não contemplou a comparação do produto em desenvolvimento com uma miríade de produtos concorrentes e seus respectivos preços.

Para o levantamento do valor mercadológico utilizou-se a técnica da escala vertical, que compreende na ordenação em ordem crescente de produtos similares ao que está em desenvolvimento. Os produtos que farão parte da escala vertical serão em sua maioria os mesmos utilizados no estudo de diferenciação, com exceção do produto *Piamo*, pois esse não está no mercado e, portanto este item foi substituído por outro tipo de cafeteira totalizando em 4 produtos presentes na escala. Duas observações devem ser feitas:

1. Dois itens presentes na escala possuem seu preço em euros e para a conversão de câmbio utilizou a cotação de 25/4/2013 às 10h26m na fonte <http://economia.uol.com.br/cotacoes/>, que é de 1 euro = 2,62 R\$;
2. A cafeteria substituta, *Cafeteira Espresso Electrolux Chefe Crema Silver*, foi escolhida devido ao fato ser a segunda mais vendida no site <http://www.submarino.com.br> (site acessado no dia 25/4/2012 às 10h26m), loja de comércio eletrônico bastante conhecida, e por ser fabricada por uma empresa

que é reconhecida no mercado. Escolheu a segunda mais vendida, pois no momento de acesso a mais vendida era uma máquina que preparava café coado, e optou-se por selecionar uma cafeteria de espresso, pois esse é o tipo a ser preparado pela *Pingus I*.

<i>Produto</i>	<i>Preço</i>	<i>Foto</i>	<i>Fonte</i>
Nespresso U	R\$ 495,00		http://www.nespresso.com
Handpresso auto E.S.E	149,00 euros = R\$ 390,38		http://www.handpresso.com
Handpresso Wild Hybrid	100,00 euros = R\$ 262		http://www.handpresso.com
Cafeteira Espresso Electrolux Chefe Crema Silver	R\$ 229		http://www.submarino.com.br às 10h52m, 25/4/2013

Tabela 13: Cafeteiras utilizadas no desenvolvimento da escala vertical de valor

Para o levantamento do valor mercadológico definiu-se que a amostra a ser abordada seguiria a mesma estratificação da parte qualitativa do questionário realizado nas etapas iniciais do projeto, a razão pela qual se escolheu essa amostra deu-se devido ao fato de os entrevistados já estarem conscientizados da proposta do produto além da proximidade deste grupo com o time desenvolvimento.

Tendo a amostra definida, a pesquisa foi feita através de entrevistas individuais realizadas pessoalmente devido ao fato de se fazer necessária a explanação da proposta do produto, o seu modo de funcionamento além da apresentação dos desenhos iniciais de arquitetura para obter-se uma comparação adequada entre o produto em desenvolvimento e os que fazem parte da escala.

A amostra utilizada possui o tamanho de 16 pessoas, o número não foi maior devido a restrições de tempo que se impuseram sobre o grupo e por este mesmo motivo não houve a repetição deste levantamento. Para análise dos dados utilizou-se o software MS Excel 2010

<i>Produto</i>	<i>Preço</i>	<i>Número de respostas</i>	<i>Porcentagem</i>
Cafeteira Expresso Electrolux Chefe Crema Silver	229.00	5	31%
Handpresso Wild Hybrid	262.00	9	56%
Handpresso auto E.S.E	390.30	2	13%
Nespresso U	495.00	0	

Tabela 14: Dados de Levantamento escala vertical

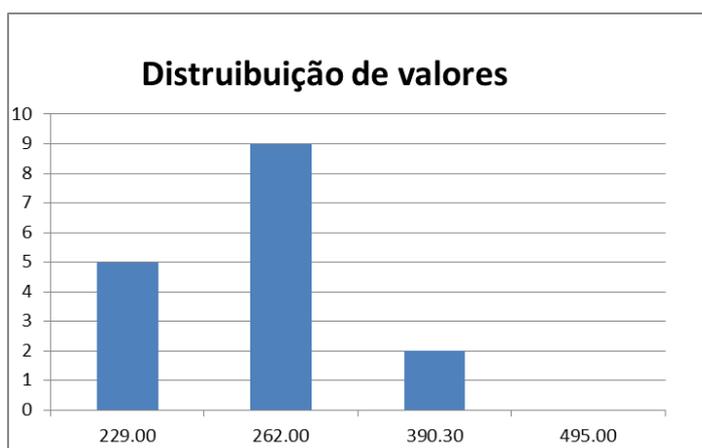


Gráfico 23: Escala Vertical

O primeiro ponto a se observar dos resultados obtidos da pesquisa é que não houve concentrações nos extremos da escala o que possibilita utilizar os resultados obtidos sem ter que refazer a escala vertical e a pesquisa. O segundo ponto é o valor mercadológico levantado:

Valor mercadológico = R\$ 267,73 \mp 48,65

O valor mercadológico foi obtido através do cálculo da média e do desvio padrão dos valores apontados pelos entrevistados. Um ponto a destacar é que o valor mercadológico diferiu em muito do valor que os entrevistados estariam dispostos a pagar (entre 50 e 100 reais), alguns dos motivos podem ser que os entrevistados no primeiro questionário não estiverem completamente a par das funcionalidades da Pingus I ou então que não possuíssem uma noção dos valores que são geralmente cobrados por cafeteiras.

Portanto já se tem o intervalo de valores que o produto pode assumir para ser competitivo no mercado.

Retomando a comparação entre os produtos concorrentes e a *Pingus I*:

	<i>Pingus I</i>	<i>Handpresso auto E.S.E</i>	<i>Nespresso U</i>	<i>Piamo</i>	<i>Handpresso Wild Hybrid</i>
Aquecimento	Resistência elétrica	Resistência elétrica	Resistência elétrica	Microondas	Externo
Bombeamento	Pressão do vapor	Bomba	Bomba	Pressão do vapor	Bombeamento manual
Fonte de energia	Tomada/ Energia do carro	Energia do carro	Tomada	Microondas	Externo
Varição na bebida	Sim	Não	Pouca (2 opções)	Não	Não
Dimensões	entre 750ml e 1000ml	21 cm x 7 cm (Altura x Diâmetro)	11,5 x 36,9 x 25,1 cm (LxAxP)	.	10 x 7 x 22 cm (LxAxP)
Preço	a definir	149 euros	R\$ 495,00	.	99 euros

Tabela 15: Comparação entre os produtos existentes

Um ponto a ser destacado é que a maior parte dos entrevistados posicionou o produto na mesma faixa de preço do que o produto *Handpresso Wild Hybrid*, que possuiu um objetivo semelhante à da *Pingus I*, no entanto seu princípio de funcionamento é bastante diverso conforme mostrado na tabela 15. Tomando-se como principal comparação requisitos técnicos, o principal concorrente do produto em desenvolvimento seria a *Handpresso auto E.S.E* e comparando-se com o preço levantado, percebe-se uma diferença notável nos preços dos produtos. Portanto é importante nos passos seguintes do projeto levar em consideração os resultados obtidos nesta etapa e manter um preço consideravelmente abaixo do que hoje é considerado o principal concorrente, a *Handpresso auto E.S.E*.

Arquitetura

Definida a solução que será utilizada, é possível desenvolver os desenhos de arquitetura. Esses desenhos têm por objetivo detalhar a organização básica dos componentes do produto em conjunto assim como seu desenho inicial e acima de tudo evidenciar os princípios de funcionamento do equipamento.

Os desenhos foram feitos utilizando-se o software livre SketchUp 8.

Arquitetura colorida:

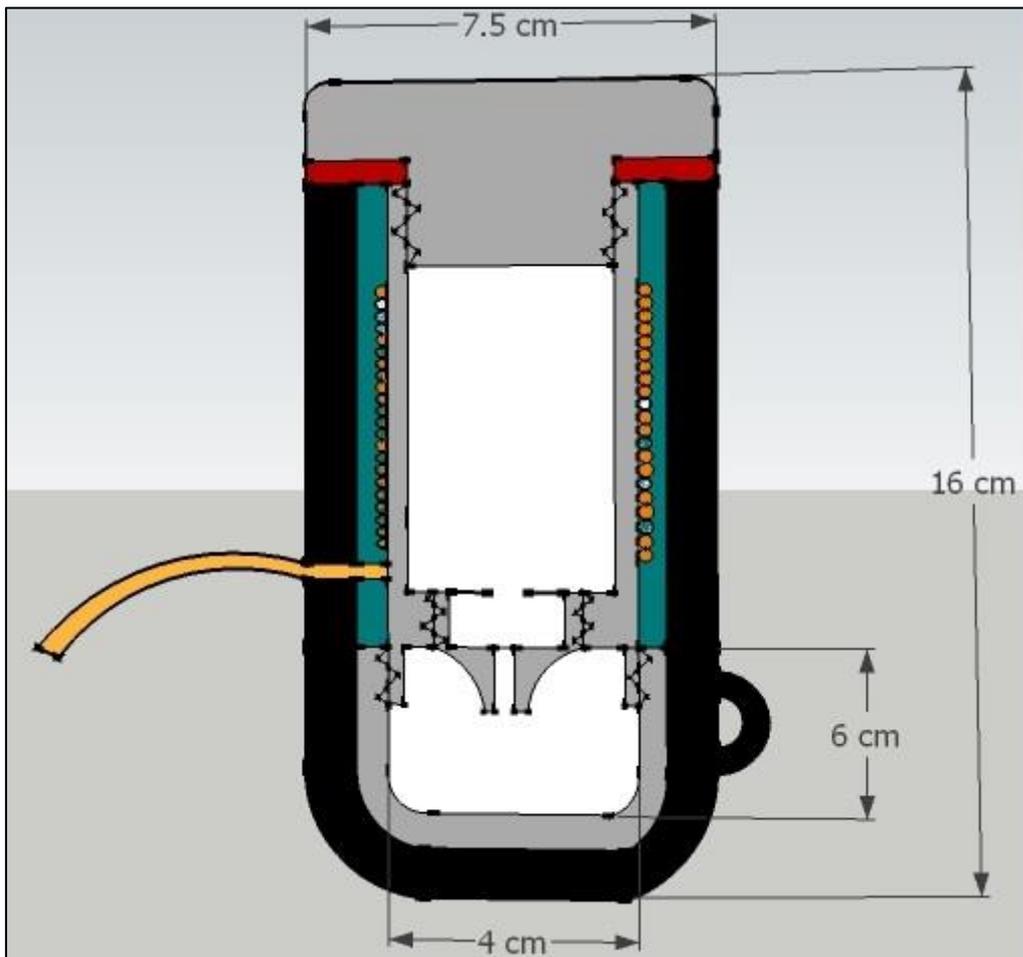


Figura 16: Arquitetura colorida

Comentários:

As cores representam cada uma um material diferente que será utilizado no componente da respectiva cor:

- Cinza: Algum tipo de metal a ser definido em partes posteriores do relatório
- Preto: Isolante térmico
- Azul: Isolante elétrico
- Laranja: Resistência elétrica (são representadas por pequenos círculos)
- Amarelo: Tomada
- Vermelho: Borracha de vedação

O princípio de funcionamento por trás da *Pingus I*, é que a cafeteira utilizar-se-á da resistência elétrica, que envolve o compartimento no qual a água será inserida, para aquecer a água, e o equipamento aquecerá o líquido até uma temperatura a qual o vapor de água formado dentro do compartimento exercerá uma pressão equivalente àquela que é fornecida através de uma bomba em cafeteiras convencionais. Com a formação desta pressão, a água será empurrada passando por uma válvula que liberará o líquido

somente quando a pressão adequada for atingida e finalmente coando o café e resultando na bebida.

Arquitetura em preto e branco

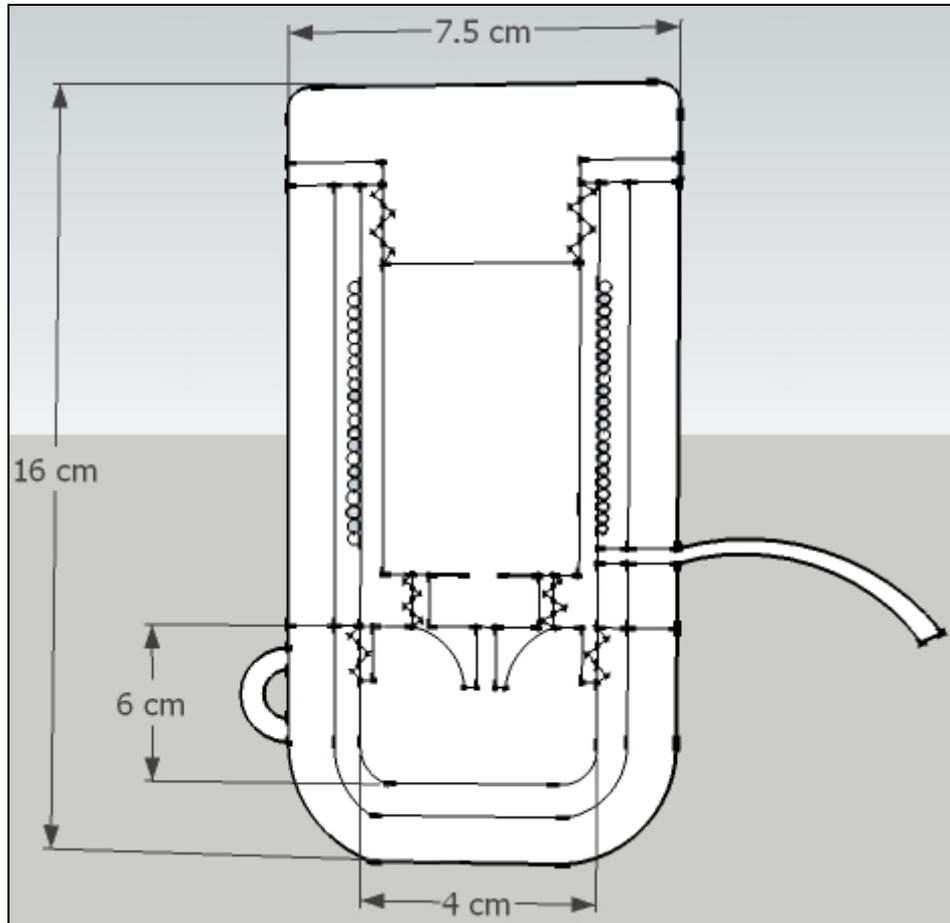


Figura 17: Arquitetura em preto e branco

Delineamento da Comercialização/Distribuição

Com o objetivo de acessar os consumidores da cafeteira portátil, um ponto fundamental é ter em mente quem são os clientes do produto, para poder compreender seus padrões de compra e sua distribuição geográfica de maneira a concretizar a demanda existente pelo produto em vendas efetivas.

Considerando que a segmentação do mercado foi definida como universitários de classe média/alta na faixa dos vinte anos, deve-se considerar que o arquétipo deste consumidor é uma pessoa que têm pouco tempo e interesse de compras em lojas, sendo cada vez mais comum que esses consumidores satisfaçam todas suas necessidades de produtos pela internet, considerando as facilidades que esse meio oferece para comparação de preço aliada a conveniência de entrega. Isso significa que a forma mais adequada de venda destes produtos é através de grandes varejistas de eletro/eletrônicos na Internet, sendo desinteressante investir em vendas diretas pela internet na medida em que não só esses varejistas já estão bem estabelecidos (seja fisicamente, seja em market

share ou mesmo em avaliações de sites de comparação de preços, muito usados pelos clientes-alvo), mas também pela existência de uma quantidade mínima destes, a competição é razoavelmente assegurada. Por fim, essas empresas são de grande visibilidade, podendo facilmente atrair clientes secundários, como pessoas que viajam constantemente a negócios.

Com isso em mente, fica claro que a disposição geográfica deve atender o objetivo duplo de ser próxima aos centros de distribuição destes grandes varejistas ao mesmo tempo em que busca, ao escolher de que Centros de Distribuição (CDs) se aproximar, aqueles que provavelmente atenderão a maior parte da demanda. Neste sentido, além de estabelecer contato com estes varejistas previamente, é necessário avaliar onde estão localizados os consumidores. Neste caso, seria necessário aproximação da cidade de São Paulo com fácil acesso ao interior (principalmente ao norte de São Paulo, que tem importantes centros universitários em São Carlos e Campinas), além de acesso a outras regiões da região Sudeste, sendo o Rio de Janeiro um local importante para que se tenha distribuição. Além disso, é importante a presença na região Sul do país, que apresenta população universitária de alto poder aquisitivo. Por fim, não deve ser ignorada de maneira nenhuma a demanda advinda das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que apresenta tendência forte de crescimento mediante as oportunidades surgidas tanto da bem documentada ascensão da classe média nos últimos anos quanto da ampliação do acesso ao ensino superior promovida pelo Governo Federal por meio de programas como o PROUNI e o investimento em Universidades Federais, ligado também ao acesso pelo ENEM. Sendo assim, torna-se imperativo que haja capacidade de distribuir para essas regiões também.

Em relação às condições de venda, o produto deverá seguir os padrões do comércio de eletro-eletrônicos, com a venda de lotes para os grandes varejistas que por sua vez venderá os produtos em unidades. Neste caso, esses comerciantes ficam com uma porcentagem do preço do produto, que se espera que seja compensada pela redução nos custos logísticos de distribuição em relação ao nível de atendimento da demanda.

Outro ponto de distribuição que deve ser usado são lojas de eletrodomésticos em grandes shoppings, pois além destas praças serem bastante frequentadas pelo público alvo, elas oferecem ao cliente a oportunidade de conhecer fisicamente o produto, de maneira que mesmo que ele não o adquira na loja, ele tenha maior probabilidade de comprar pela internet em condições de preço melhores, dado que ele já conhece o produto que está comprando, fator fundamental no caso de um produto inovador como o que está sendo proposto.

Por fim, um fator importantíssimo que deve ser levado em conta é que a proximidade com o cliente não pode ser perdida, algo que pode acontecer quando se terceiriza toda a distribuição. Para contornar essa questão, torna-se fundamental que a empresa busque formas alternativas de comunicação direta com o público. A primeira medida neste sentido é a utilização da rede de assistência técnica como fator estratégico para obter informações sobre o uso que os clientes fazem do produto, além dos tipos de falha associados a sua utilização. Neste contexto é imperativo que a resposta da empresa a falhas no produto seja ágil, exigindo que a rede seja bem distribuída geograficamente, gerando custos maiores, mas também a oportunidade de manter o cliente satisfeito e fornecendo informações diretas sobre o produto.

Continuando na linha de aproximação com o cliente, muitas estratégias de marketing são possíveis, sendo que merece destaque o uso de redes sociais para promover o produto e receber *feedback* direto de clientes, algo fundamental para atingir jovens cada vez mais atentos a recomendações de conhecidos e dando menos importância a propagandas. Neste sentido, a disponibilização de vídeos é essencial para

tangibilizar o produto na mente dos consumidores, fornecendo subsídios para que eles efetuem a compra. Outra estratégia interessante é a montagem periódica (ou pelo menos no começo das vendas) de barracas nas faculdades que demonstrassem o produto por meio da produção na frente do cliente de café, usando para isso o produto proposto, e que oferecessem esse café de graça aos potenciais clientes, tendo a dupla função da tangibilização do produto já mencionada ao mesmo tempo em que dá valor ao serviço que a cafeteira fornece ao cliente, e não ao produto em si, aproveitando inclusive para ensinar os clientes a usarem o produto.

Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

O DFMA promove um procedimento sistemático para analisar um design proposto do ponto de vista da manufatura e da montagem. Esse procedimento resulta em produtos mais simples e mais realizáveis, que são menos custosos para montagem e manufatura. Além disso, a redução do número de peças produz um efeito bola de neve nos custos diminuindo estoque, muitos fornecedores etc. (BOOTHROYD ET AL 1994).

Na utilização dessa ferramenta, busca-se adaptar o produto para que esse siga algumas regras de projeto, a citar:

1. Projetar para um número mínimo de peças

Nessa análise, busca-se transformar em peças únicas aqueles componentes que não possuem movimento relativo entre si e que não precisam ser de materiais diferentes.

Assim, esse procedimento se deu pela troca da forma de fixação entre as diferentes carcaças, que seriam realizadas por parafusos ou solda e que agora, realizar-se-ão através de roscas. Diminuindo o número de componentes.

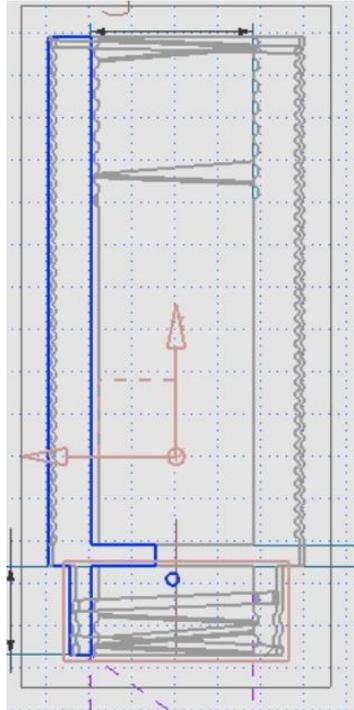


Figura 18: Fixação entre as carcaças

2. Projetar as peças para usos múltiplos

Pensando nessa regra de projeto, eliminou-se a necessidade da bomba, bem como a eliminação do filtro através da utilização de sachês. Nesse quesito há a diminuição de duas peças, o filtro e a bomba. Conforme já descrito na arquitetura.

3. Projetar para a montagem de dentro para fora

A montagem da cafeteira é feita respeitando o princípio de montagem de baixo para cima de forma adaptada. Dessa forma, para evitar que o operador tenha dificuldades em acessar um ponto específico da montagem, essa é feita das camadas mais internas para as mais externas.

4. Projetar as peças para fácil fabricação

Buscando-se facilitar a fabricação opta-se por uma geometria mais fácil de ser usinada. Analisando esse conceito, define-se, como demonstrado na

arquitetura, um produto de forma cilíndrica, que além de não deixar cantos vivos, fato que facilita a limpeza, é simples de ser usinado em tornos.

5. Projetar para que as peças se encaixem naturalmente

Buscando atender à realização desse princípio, fez-se com que as peças tivessem tamanhos escalonados para o seu encaixe através de um sistema macho-fêmea, conforme desenho abaixo. Além disso, para um melhor encaixe das resistências realizar-se-ão chanfros na carcaça de armazenamento que permitirão um encaixe correto.

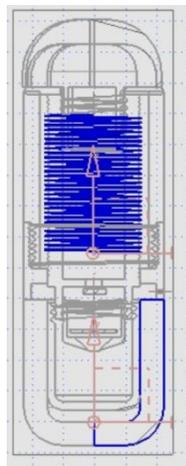


Figura 19: Fixação Natural

6. Promover a montagem com “uma só mão”

Esse princípio pode ser considerado para a montagem das macro partes da cafeteira, ou seja, para a junção das peças maiores. Entretanto, para a montagem de componentes menores, esse princípio dificilmente poderá ser cumprido de maneira completa, uma vez que há processos de precisão como a montagem dos circuitos.

7. Evitar a utilização de ferramentas

A utilização do sistema macho-fêmea para a fixação diminuiu a necessidade da utilização de parafusos para a fixação. Dessa forma há uma diminuição significativa do número de ferramentas. Além disso, a construção

em uma geometria única, cilíndrica, faz com que apenas uma ferramenta, torno, seja utilizada na fabricação macro do produto.

8. Considerar a possibilidade de o cliente montar o produto

Para o cliente, caberá apenas a tarefa de montagem das partes macro do produto, conforme figura abaixo, uma vez que as demais montagens exigem um maior grau de precisão, que não deve ser delegado ao cliente.

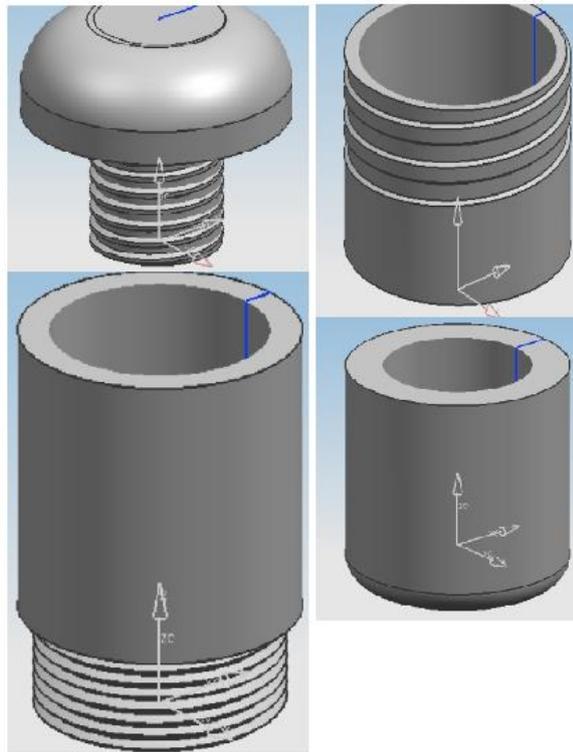


Figura 20: Partes Marco

A partir dessa análise, é possível montar a tabela 16 resumo de melhorias propostas pelo DFMA.

Situação Anterior	Aplicação do DFMA	Benefícios
2 parafusos de fixação	Nenhum parafuso de fixação	Redução do tempo e custo de montagem, assim como o investimento em ferramentas e o risco de vazamento.
Peças Macro eram encaixadas pelo operador	As peças macros ficam de responsabilidade do cliente	Reduz tempo e custo de montagem, além de propiciar uma visão macro do produto.
Encaixe da resistência era sem chanfros	Aplicação de chanfros para facilitar o encaixe	Reduz tempo e montagem
Montagem não proporcionava fácil acesso ao operador	Montagem de dentro para fora	Reduz tempo de montagem

Tabela 16: Principais benefícios do DFMA

Dessa forma, é possível diminuir o número de peças da seguinte forma:

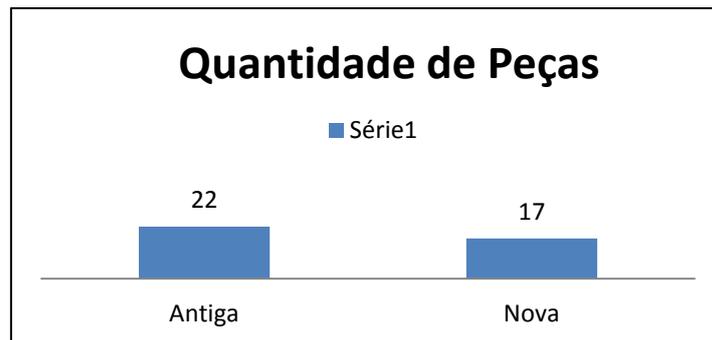


Gráfico 24: Quantidade de Peças

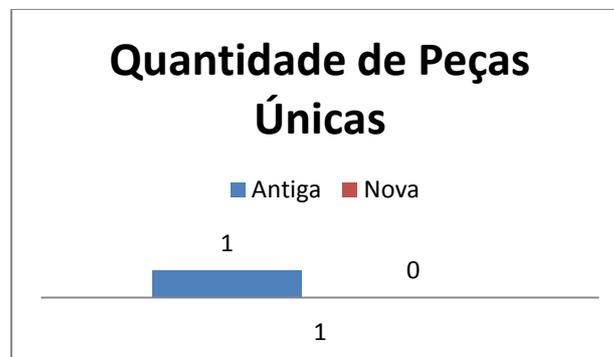


Gráfico 25: Quantidade de peças únicas

Estrutura do Produto (SSC)

Seguindo o método proposto de desenvolvimento de produto, procura-se, nessa etapa do projeto, definir e analisar os Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC). Para isso, apresenta-se o seguinte diagrama de árvore.

	Sistema	Subsistema	Componentes
<i>Pingus I</i>	Compartimento de Água	Tampa	Carcaça
		Botão de Liga e Desliga	Fio de Conexão
			Switch
		Válvula	Lâmina bi metálica
			LED
			Fio de Conexão
		Corpo	Carcaça Externa
			Carcaça de armazenamento
			Material de proteção Térmica
		Compartimento de café	Armazenagem de pó
	Xicara		Carcaça
			Proteção térmica
	Aquecimento de água	Elétrica	Material de proteção elétrica
			Tomada
			Fios de Conexão
Térmica		Resistência Elétrica	

Tabela 17: Diagrama de Árvore SSC

Pode-se visualizar que o diagrama de árvore aqui apresentado foi construído considerando-se as principais funções que serão desenvolvidas pelo produto. Entretanto, a estrutura de montagem segue praticamente a mesma classificação, sendo o sistema de aquecimento de água posicionado sobre a carcaça do corpo de compartimento, conforme descrito nos desenhos a seguir. Assim, apenas um estudo se faz necessário.

Assim, a água é depositada na carcaça de armazenamento do compartimento de água e fica isolada do ambiente externo através da tampa. Uma vez pressionado o botão de acionamento, o sistema de aquecimento de água entra em ação e, através da resistência, que recebe a energia elétrica pelos fios de conexão, eleva a temperatura até aquela considerada a ideal para a preparação do café. É importante ressaltar que todo o procedimento é realizado considerando a existência da proteção térmica, que impede a transmissão de calor para a mão do usuário final, bem como da proteção elétrica, que além de impedir que a água fique com elétrons livres, evita o curto circuito entre a

resistência e a carcaça do compartilhamento de água. Vale destacar que, conforme desenho que será exposto posteriormente, tanto a resistência, como os materiais de proteção e componentes auxiliares, localizar-se-ão entre a carcaça de armazenamento e a carcaça externa, que serão fixadas através de um sistema macho-fêmea.

O aquecimento mudará a posição da lâmina bi metálica, por diferentes dilatações do material, acendendo o LED que avisa ao usuário que a temperatura correta foi atingida, permitindo-o pressionar o botão que libera a água aquecida. Ao ser liberada é transferida para o compartimento do café, onde ocorre o processo de extração propriamente dito e o café, agora pronto, é transferido para a xícara.

Novamente, é importante destacar que as junções entre as partes deve se móveis, sendo, portanto, realizadas, novamente, por um sistema macho-fêmea.

Isto posto, é possível destacar uma tabela resumo que possua as funções dos componentes, bem como uma estimativa inicial da quantidade necessária para sua produção.

Componentes	Função	Quantidade
Carcaça da tampa	Dar estrutura à tampa que separa a água do ambiente externo.	302 cm ³
Fio de Conexão	Conectar a resistência ao botão	20 cm
Switch	Permitir a passagem ou não de corrente	1 unidade
Lâmina bi metálica	Fechar o circuito que avisa ao usuário o momento de abrir a válvula	1 unidade
LED	Facilitar a observação do usuário	1/2 unidades
Fio de Conexão	Conectar o circuito	20 cm
Carcaça Externa	Impedir o contato do usuário com sistema que aquecimento	2800 cm ³
Carcaça de armazenamento	Permitir o armazenamento da água para seu aquecimento	1584 cm ³
Material de proteção Térmica	Impedir que o calor seja transmitido ao usuário	Não definido sua forma
Compartimento do café	Permitir o armazenamento do pó na espera pelo preparo, e também da borra.	402 cm ³
Carcaça da xícara	Permitir o acolhimento do café após pronto	1130 cm ³
Proteção térmica	Impedir que o calor seja transmitido ao usuário	Não definido sua forma
Material de proteção elétrica	Impedir choque do usuário e eletrificação do café	Não definido sua forma
Tomada	Permitir a conexão da cafeteira a uma fonte de energia	1 unidade
Fios de Conexão	Conectar o circuito	20 cm
Resistência Elétrica	Fornecer energia térmica ao aquecimento através do efeito joule	2,395 metros

Tabela 18: Resumo Componente-Função

Vale destacar que as quantidades foram estimadas tomando por base a arquitetura proposta.

Dimensionamento e Escolha de Materiais

Com o objetivo de obter as especificações dos materiais que constituirão o produto, o primeiro parâmetro que se deve considerar é o que caracteriza um café *espresso*. Ao buscar-se uma definição clara deste tipo de café, inconvenientemente deparou-se com uma miríade de definições, muitas relacionadas inclusive com a etimologia da palavra, como:

“Café que retira o gosto dos grãos exprimindo-os.”

“Café feito expressamente para você.”

“Café feito de maneira expressa (rápido).”

“Um (...) *espresso*, é uma bebida (...) preparada através da passagem de água muito quente (mas não fervente) sob alta pressão pelo café moído.”

“(...) Um café *espresso* (...) é uma xícara com uma pequena dose de café muito forte.”

Junto a estas definições, encontrou-se muitas características, qualitativas ou quantitativas, que podem ser necessárias, suficientes, necessárias e suficientes ou até dispensáveis para um café *espresso*, entre elas:

Pressão acima de 9 bar e abaixo de 16 bar (sendo que foram encontrados diferentes intervalos contidos neste).

- Volumes pequenos (foram encontradas diversas recomendações, indo de 30 mL a 150 mL).
- Temperatura entre 90 e 110°C (novamente, com vários subintervalos encontrados).
- Café “forte”.
- Espuma cremosa
- Pó adequado (industrializado com indicação de “próprio para *espresso*”).
- Feito com vapor (próprio ou não).
- Tempo de preparação até dois minutos (ou menores, dependendo da fonte).

Deparando-se esse conjunto de definições e especificações, ficou latente a necessidade de uma definição formal de trabalho que pudesse ser compreendida, aceita e implementada por todo o time de desenvolvimento de forma alinhada. Na busca por uma definição que atendesse esse requisito, voltou-se a pesquisa inicial de mercado, que pretendia entender as necessidades dos clientes, para compreender o que para eles representa um *espresso*. Observando os dados da pesquisa, bem como as especificações-meta do produto contidas na ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*), chegou-se a seguinte definição de café *espresso*, que servirá de referência a partir daqui para o que esse conceito representa para os clientes:

“Café *espresso* é um café forte feito de forma rápida, personalizada e em dose única através de um processo de extração por meio de água pressurizada.”

Essa definição é complementada pelas seguintes características selecionadas dentre as anteriores com base na opinião dos clientes e na frequência com que apareceram nas definições:

- Temperatura entre 90 e 110°C (novamente, com vários subintervalos encontrados).
- Café “forte”.
- Feito com vapor (próprio ou não).
- Tempo de preparação de até dois minutos (ou menores, dependendo da fonte).

Dentre as características retiradas da lista estão: o pó “especial”, pois muitas fontes afirmam não ser um pré-requisito e por não haver impedimentos para que se use esse pó, caso seja esse o desejo do cliente; a pressão entre 9 e 16 bar, por exigir características que vão de encontro com outras necessidades dos clientes; o volume pequeno, pois entendeu-se na pesquisa de mercado que como o café é usado principalmente em sua função estimulante, volumes maiores podem ser necessários (mas será dada a possibilidade de menores volumes pela colocação da quantidade de água desejada); e a espuma cremosa, por sua associação direta com o item anterior e por ela não ter sido citada com tanta frequência tanto por cliente quanto pelas definições encontradas.

Dessas três características retiradas da lista, a mais relevante para a discussão de dimensionamento e materiais é certamente a questão da pressão. Foi analisada a alternativa de atender a essa característica, porém realizando cálculos termodinâmicos chegou-se a conclusão de que ela exigiria pressurização além da própria pressão de vapor da água sob a pena do café ter que ser aquecido acima de 175°C, temperatura que além de ser fora das especificações, queimaria o café (vide memorial de cálculo no Anexo 1).

Tendo a portabilidade sido definida como um fator crítico de sucesso do nosso produto (vide novamente o QFD), o barulho de uma eventual bomba foi declarado indesejado e o uso de energia humana inconveniente, decidiu-se então relaxar a restrição de pressão. Essa decisão está sustentada por diversas das definições encontradas, principalmente aquelas mais populares. Entende-se aqui que o foco do produto é a portabilidade no fornecimento de café com certo grau de personalização, e não a produção de uma bebida *gourmet*, tendo sido esse o direcionamento obtido na pesquisa de mercado, lembrando que na pergunta que visava determinar o tipo de café de preferência dos clientes, venceu a opção “indiferente”.

Seleção e Dimensionamento de Materiais

A seleção dos materiais que constituem um produto é uma atividade essencial para o sucesso do produto. Essa decisão requer que sejam considerados diversos fatores e restrições, que podem ser tanto técnicos (resistência, transferência de calor, peso), legais (restrição de uso de determinados materiais em situações específicas) quanto ligadas ao cliente (estética, conforto).

No caso específico da cafeteira *Pingus*, os seguintes fatores serão levados em consideração:

- **Peso:** como a portabilidade do produto é um fator bastante relevante, o peso final do produto será um fator com grande peso na decisão final da escolha do material;
- **Custos:** a fim de garantir que o produto final tenha custos de produção compatíveis com o preço esperado do produto, deve-se ter em conta os custos do material escolhido;
- **Facilidade de produção:** materiais de difícil conformação ou soldagem, por exemplo, podem tornar mais caros, complexos e ineficientes os processos de fabricação, prejudicando as chances de sucesso do projeto;
- **Transferência de calor:** como o produto atingirá altas temperaturas, a segurança do usuário deve ser levada em consideração, através da escolha de materiais que impeçam que uma pessoa segurando o produto em funcionamento sinta temperaturas muito altas em suas mãos. Além disso, os materiais devem resistir às temperaturas elevadas durante o preparo do café;
- **Reciclagem:** se possível, serão priorizados materiais com possibilidade de reciclagem e reaproveitamento futuros, a fim de tornar mais fácil o processo de descarte do produto;
- **Restrições legais:** a lista de materiais que podem entrar em contato com alimentos segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) servirá como ponto de partida para a seleção dos materiais, garantindo que não sejam consideradas substâncias que possam representar riscos à saúde dos usuários.

Cálculo da transferência de calor

Aqui será explicado o método a ser utilizado para comparar e dimensionar os materiais em função da transferência de calor entre a água quente e a mão do usuário. Os cálculos serão feitos utilizando-se da teoria dos circuitos equivalentes térmicos, segundo a qual é possível calcular a transferência de calor através de um circuito análogo a um circuito elétrico. A seguir estão listados os parâmetros a serem considerados e seu paralelo teórico no campo da eletricidade.

Circuito Elétrico	Circuito Térmico
Resistividade Elétrica (ρ)	Condutividade térmica por condução (k) ou convecção (h)
Diferença de potencial (U)	Diferença de temperatura ($\Delta\theta$)
Corrente elétrica (I)	Calor transferido (W)

Tabela 19: Equivalência entre circuitos elétricos e térmicos equivalentes

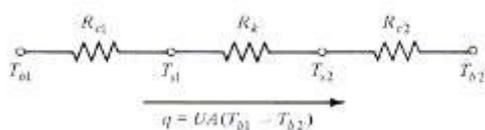


Figura 21: Exemplo de circuito térmico

Para o caso de um recipiente cilíndrico temos para a condução:

$$R = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k \cdot 2 \cdot \pi \cdot L}$$

Onde:

- r_2 = raio externo;
- r_1 = raio interno
- k = condutividade térmica
- L = comprimento do cilindro

E para a convecção:

$$R = \frac{1}{h \cdot 2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L}$$

Onde:

- h = condutividade térmica
- r = raio
- L = comprimento do cilindro

Materiais Metálicos

Segundo a ANVISA, os seguintes metais podem ser utilizados em contato com alimentos:

- Aço e suas ligas inoxidáveis;
- Ferro fundido ou batido;
- Alumínio tecnicamente puro e suas ligas;
- Aço revestido de cromo protegido totalmente em sua superfície com revestimentos poliméricos, em louças, vitrificados ou esmaltados;
- Aço não revestido (chapa negra) protegida em toda sua superfície com revestimentos poliméricos, em louças, vitrificados ou esmaltados;
- Cobre, latão ou bronze revestidos integralmente por uma capa de ouro, prata, níquel ou estanho tecnicamente puros;
- Estanho, níquel e prata;
- Ferro em louça ou esmaltado que cumpra com as exigências; estabelecidas para "Embalagens e equipamentos de vidro e cerâmica destinados a entrar em contato com alimentos" aprovadas pela Resolução correspondente;
- Folha-de-flandres:
- Folha de flandres recoberta de estanho, na quantidade necessária para cumprir com a função tecnológica;
- Folha de flandres envernizada internamente, total ou parcialmente, com materiais poliméricos.

Alguns metais não serão considerados na seleção a seguir devido a fatores estéticos (folha-de-flandres, cobre, estanho, ferro) ou custo elevado (ouro, prata). Por serem os materiais mais comumente usados e apresentarem boas propriedades físicas, serão comparados o aço inox e alumínio, dadas as propriedades a seguir:

Propriedade	Aço Inox	Alumínio
Densidade (g/cm ³)	7,98	2,7
Condutividade Térmica (W/m.K)	15	237
Resistividade elétrica (Ω .m)	0.75	2.82×10^{-8}
Custos aproximados (R\$/kg)	3,60	3,50

Tabela 20: Comparação das propriedades dos materiais metálicos

Vale ressaltar que ambos apresentam grande capacidade de enfrentar altas temperaturas, sofrendo alterações apenas com temperaturas muito acima das que serão necessárias para o funcionamento do produto. Dada a condutividade térmica elevada de ambos os materiais, será necessária a adição de um isolante térmico. Além disso, ambos os materiais apresentam baixa resistividade elétrica, exigindo a aplicação de um isolante elétrico. Ambos serão discutidos posteriormente.

Materiais Plásticos

Segundo a ANVISA, existe uma miríade de materiais plásticos que podem ser utilizados em contato com alimentos (o documento referente a isso possui mais de 100 páginas). Seria, portanto inviável considerar cada um deles individualmente nos cálculos, mesmo considerando já descartados materiais que não atendessem determinadas necessidades, como resistência a altas temperaturas. Dessa forma, buscou-se escolher um material cujas propriedades fossem adequadas às necessidades do produto. Esse material será então confrontado com os materiais metálicos a fim de ser tomada a decisão final. O plástico escolhido foi o Polipropileno.

Propriedade	Polipropileno
Densidade (g/cm ³)	0,91
Condutividade Térmica (W/m.K)	0,25
Resistividade elétrica (Ω .m)	10^{17}
Temperatura máxima de uso prolongado (°C)	100
Temperatura máxima de uso em curto período (°C)	120
Custos aproximados (R\$/kg)	2,4

Tabela 21: Propriedades do polipropileno

É interessante notar que esse material apresenta diversas propriedades interessantes para o uso planejado, como a resistência a temperaturas acima das utilizadas, além de alta resistividade elétrica (o vidro, considerado bom isolante elétrico, possui resistividade de no máximo $10^{14} \Omega.m$) e baixa condutividade térmica, reduzindo a necessidade de isolamento térmico e eliminando a necessidade de isolamento elétrico.

Materiais Isolantes

O material isolante térmico a ser considerado será o Poliestireno Expandido, popularmente conhecido como Isopor, com adição de retardante de chama. Suas principais vantagens são a baixa densidade ($12kg/m^3$), que dadas as necessidades de portabilidade do produto, é bastante relevante e baixa condutividade térmica ($0,045 W/m.K$).

Já o isolamento elétrico será feito, se necessário, com a fita isolante líquida devido a sua fácil aplicação e alta capacidade de isolamento. Entretanto, o isolamento elétrico não será levado em consideração nos cálculos termodinâmicos de dimensionamento.

Para o caso de materiais metálicos, poderá ser usado um revestimento externo de borracha para fornecer isolamento extra. A borracha indicada para esse uso é a Borracha de Isobutileno Isopreno (IIR), devido a suas características de resistência física e química.

Dimensionamento

Para a realização dos cálculos, será montado o seguinte circuito térmico:

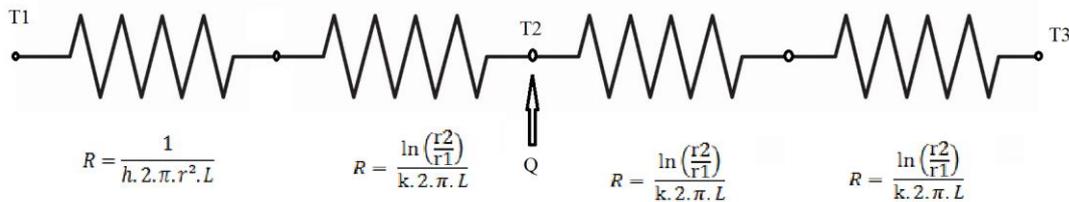


Figura 22: Circuito térmico do produto

Onde:

- T1 = temperatura da água (inicialmente $20^{\circ}C$ e no final em torno de $92^{\circ}C$);
- T2 = temperatura da resistência metálica;
- T3 = temperatura externa do produto (em contato com o usuário);
- Q = calor fornecido pela resistência (em W/s);

A temperatura máxima para que não sejam causados danos à pele é de 45°C, entretanto, será considerado um coeficiente de segurança de 1,2, resultando em uma temperatura limite de $45/1,2 = 37,5$ °C. Já a temperatura atingida pela resistência metálica será de 100°C.

Os cálculos serão feitos considerando as duas situações de temperatura da água e será escolhido o valor mais abrangente.

Os cálculos foram realizados com o auxílio de Excel.

Os resultados serão mostrados de acordo com a figura 23 abaixo, onde:

R1 = distância do centro até a parede interna da primeira camada

R2 = distância do centro até a parede externa da primeira camada e distância do centro até a parede interna da camada de isolante térmico

R3 = distância do centro até a parede externa da camada de isolante térmico e distância do centro até a parede interna da segunda camada

R4 = distância do centro até a parede externa da segunda camada

Das diferenças $R2 - R1$, $R3 - R2$ e $R4 - R3$ tem-se as espessuras das camadas e do material isolante.

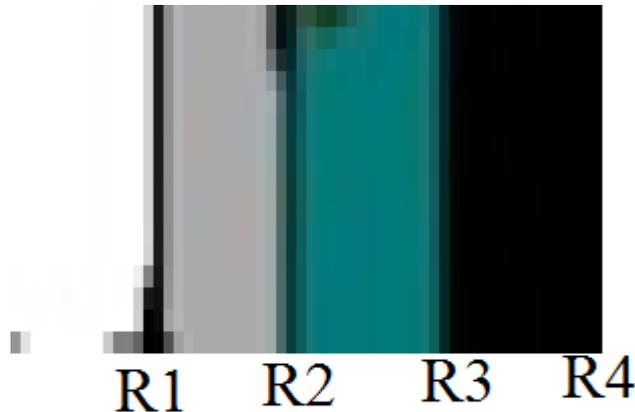


Figura 23: Detalhe das camadas de material

Na tabela a seguir tem-se o resultado dos cálculos, em metros:

	Aço Inox	Alumínio	Polipropileno
R1	0,03	0,03	0,03
R2	0,031	0,0315	0,037
R3	0,044	0,0435	0,038
R4	0,045	0,045	0,045

Tabela 22: Resultados

Seleção

Após a realização dos cálculos, é possível realizar a seleção do material a ser utilizado. Para isso, devem ser levados em consideração todos os fatores relevantes. A fim de recordação, os fatores são:

- Peso;
- Custos;
- Facilidade de produção;
- Transferência de calor;
- Reciclagem;
- Restrições legais.

Lembrando que todos os materiais satisfazem as necessidades referentes às restrições legais e à reciclagem. Entretanto, apresentam diferenças quanto a custos de fabricação, peso final do produto, facilidade de produção e necessidade de isolamento térmico. Vale ressaltar que apesar de o isolante térmico ser reciclável, existe pouca estrutura para tal, sendo essa dificuldade na reciclagem um fator importante a ser considerado.

Tendo comparado os diferentes materiais quanto aos parâmetros citados acima, chegou-se a conclusão que o material mais adequado é o **Polipropileno**, cujas vantagens sobre os outros são:

- Menor peso em relação aos materiais metálicos;
- Menores custos relacionados à matéria prima;
- Maior facilidade de conformação e fabricação;
- Menor necessidade de isolante térmico.

Características Ergonômicas

O Design é a ferramenta com a qual se pode contar para a melhoria do padrão de qualidade dos objetos em geral. É no design que todas as qualidades desejadas são planejadas, concebidas, especificadas e determinadas para o objeto, amarradas à sua natureza tecnológica e aos demais processos que fazem parte da sua produção.

O uso dos conhecimentos da ergonomia, atrelados à metodologia do design, encontra-se hoje no Brasil mais difundido e com numerosos exemplos de aplicação em áreas tradicionais ligadas à organização do trabalho, destacando-se em diversos setores do sistema de produção, como por exemplo, na organização de linhas de produção, ambientes e postos de trabalho, correção de equipamentos de uso individual e geral, entre outros. (GOMES FILHO, 2010).

Esses fatos mostram que a cada dia mais a consideração de critérios ergonômicos é fundamental no design de produtos, visando não apenas o conforto do usuário final, mas também sua segurança.

Na realização introdução desse tipo de critério na concepção do projeto, consideraram-se como fator de análise os chamados Requisitos de Projeto que consideram os critérios ergonômicos relativos à segurança, à tarefa, ao conforto etc.

Considerando a cafeteira *Pingus I*, é necessário analisa, segundo Gomes Filho, 2010, os aspectos relacionados aos materiais que impeçam a queima do usuário, bem como o derramamento irregular, o choque elétrico e ainda garantir um manuseio confortável do produto.

Para evitar o choque elétrico além de queimaduras, utiliza-se no projeto, conforme exposto desde as especificações-meta, materiais resistentes tanto à eletricidade quanto ao calor. Para o derramamento irregular, considerar-se-ão restrições adequadas para o bico do coador, bem como para a planificação da base da xícara, impedindo o derramamento.

Já para o manuseio confortável, é necessário considerar as posturas naturais do corpo. Essas posições são condições para um trabalho eficiente, é imprescindível a adaptação do local de trabalho às medidas do corpo humano. Para tanto, devem ser levantadas as medidas antropométricas. (GRANDJEAN 1998).

A principal dificuldade para essa adaptação é a grande variedade de medidas ao redor da população. Não basta apenas uma média de valores, é necessária uma análise estatística que garanta que grande parte da população seja atendida de maneira confortável.

Dessa forma, consultando a literatura, é possível chegar as figuras 24 e 25 das medidas antropométricas da mão com IC de 95%:

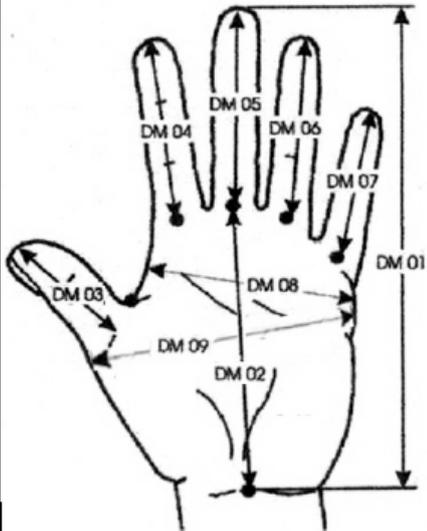
MÃO ESQUERDA	Var	MASCULINO		FEMININO	
		MÉDIA	D.P.	MÉDIA	D.P.
	DM1	187,95	9,80	171,03	8,55
	DM2	107,91	5,60	97,74	4,69
	DM3	63,06	4,74	56,84	3,89
	DM4	71,67	5,05	66,41	4,43
	DM5	79,94	5,42	72,77	4,93
	DM6	74,27	4,43	67,58	5,47
	DM7	59,83	4,32	54,29	4,00
	DM8	84,69	5,22	75,80	4,91
	DM9	112,38	8,00	98,05	6,09

Figura 24: Medidas antropométricas da mão esquerda em mm Fonte: PASCHOARELLI, LUIS ET. AL.

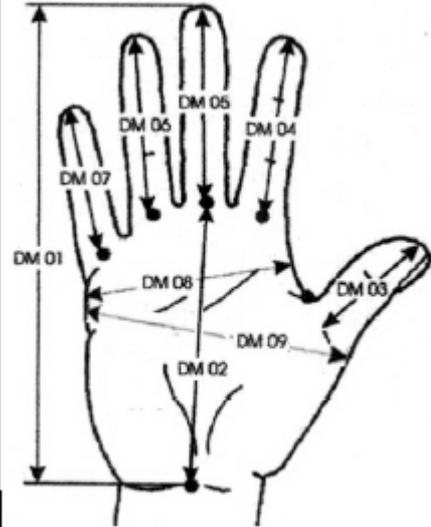
MÃO DIREITA	Var	MAS		FEM	
		MEDIA	D.P.	MEDIA	D.P.
	DM1	188,10	9,16	171,53	8,89
	DM2	108,76	5,04	97,87	4,41
	DM3	63,25	3,67	57,10	3,68
	DM4	71,37	4,33	66,57	4,67
	DM5	80,05	5,13	73,60	5,16
	DM6	74,93	4,14	68,15	4,84
	DM7	59,75	3,86	54,60	3,94
	DM8	87,29	4,27	77,06	5,71
	DM9	112,89	8,21	98,47	6,49

Figura 25: Medidas antropométricas da mão direita em mm Fonte: PASCHOARELLI, LUIS ET. AL.

Dessa forma, chegam-se as dimensões especificadas posteriormente no relatório.

Desenhos de conjunto

Essa etapa do trabalho é a responsável por apresentar os desenhos de conjunto da *Pingus I*, com as principais dimensões e vistas do produto. Para isso, utilizou-se o programa NX5®, buscando esclarecer ao máximo os detalhes do projeto.

Dessa forma, apresentar-se-á, primeiramente uma vista completa do produto para então aprofundar o estudo.

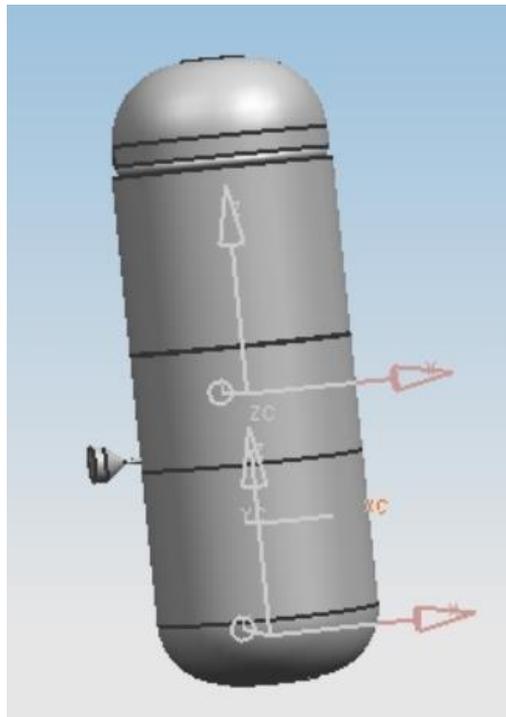


Figura 26: *Pingus I*

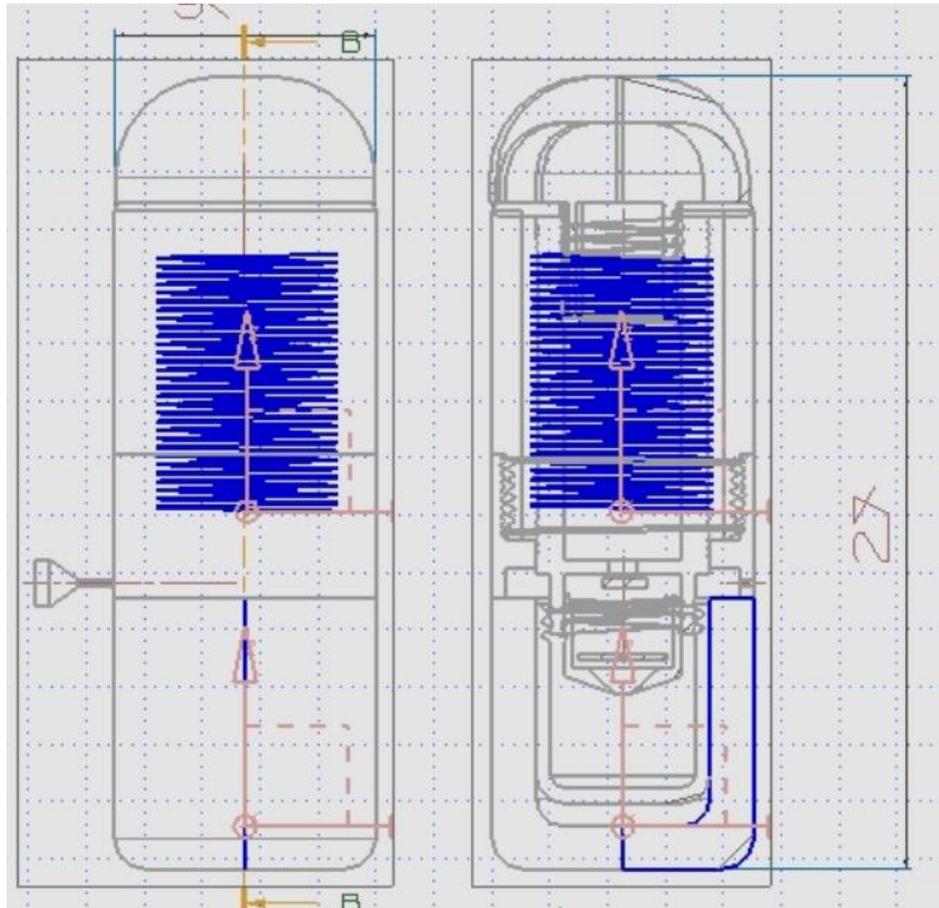


Figura 27: Draft Pingus I

A partir dos desenhos apresentados é possível definir algumas partes principais do produto, que serão aprofundadas posteriormente, a citar:

- Resistência;
- Tampa;
- Carcaça de Armazenamento;
- Xícara;
- Carcaça externa;
- Compartimento de café;
- Alavanca.

Resistência

A resistência é utilizada para, através do efeito joule, transformar a energia elétrica proveniente da tomada em energia térmica utilizada no aquecimento da água.

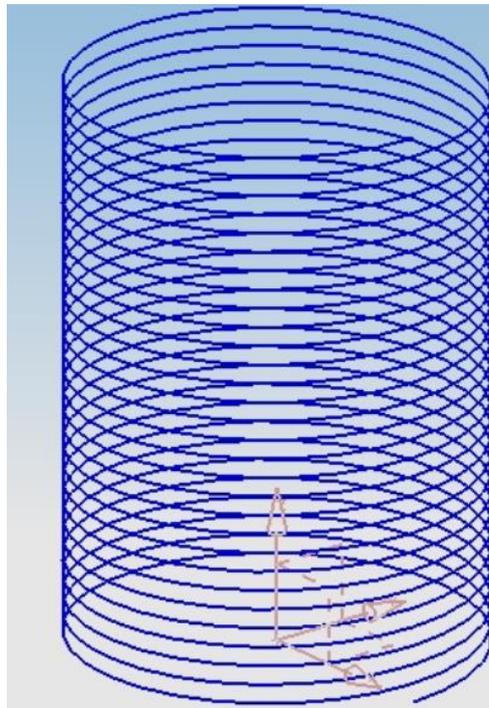


Figura 28: Resistência

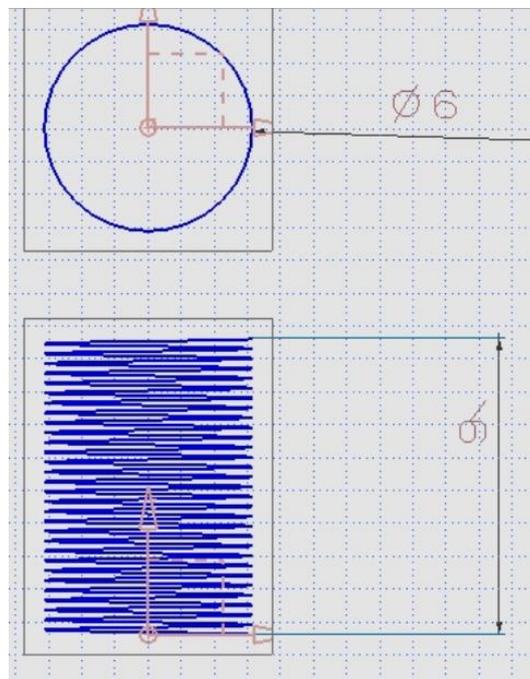


Figura 29: Draft Resistência

Considerando o raio de 0,037 m definido para o Polipropileno, buscar-se-á agora definir as características da resistência elétrica. Para atingir-se a temperatura de 92°C no café, tem-se que elevar sua temperatura do ambiente (20°C) no tempo ideal de 30 s para uma quantidade padrão de 100 mL. Na prática esse tempo irá variar de acordo com as

condições de entrada encontradas em cada situação (temperatura e volume de água, por exemplo). Busca-se então um dimensionamento que atinja essas condições a partir dos valores padrão, sendo toleradas as eventuais diferenças de condições iniciais. O aviso será dado sempre que a temperatura ideal seja atingida, sendo a única diferença o tempo em que isso acontece. O calor necessário será:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 100 \cdot 4,2 \cdot (92 - 20) = 30240 \text{ J}$$

Desse modo, considerando um tempo de 30, a potência transmitida à água deve ser:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{30240}{30} = 1008 \text{ W}$$

Usando-se uma tensão padrão de 127 V, têm-se a seguinte resistência:

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{127^2}{1008} = 16 \Omega$$

Finalmente, considerou-se que a resistência não deve ser produzida pela empresa, dentro do conceito de estabelecer parcerias e focar-se nas *core competences*. Será usada, portanto, uma resistência padrão do mercado de Níquel-Cromo, cuja resistividade térmica é 1,37 mm²/m. e 0,511 mm de espessura. Assim:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} \Rightarrow l = \frac{R \cdot \pi \cdot \left(\frac{e}{2}\right)^2}{\rho} = \frac{16 \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,511}{2}\right)^2}{1,37} = 2,395 \text{ m}$$

Tampa

A tampa é utilizada para Isolar a água do ambiente externo, além de auxiliar na proteção ao usuário, impedindo que esse entre em contato com o líquido quente.

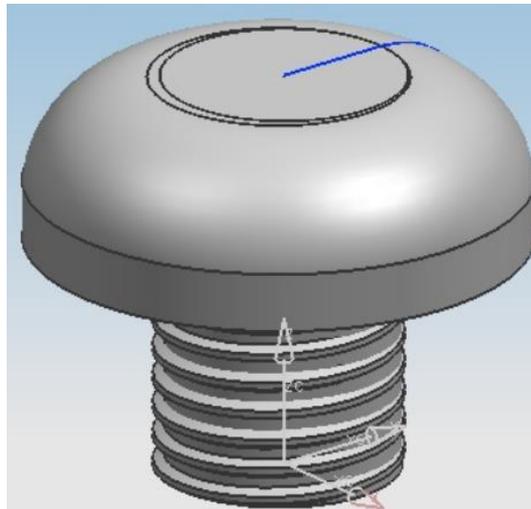


Figura 30: Tampa

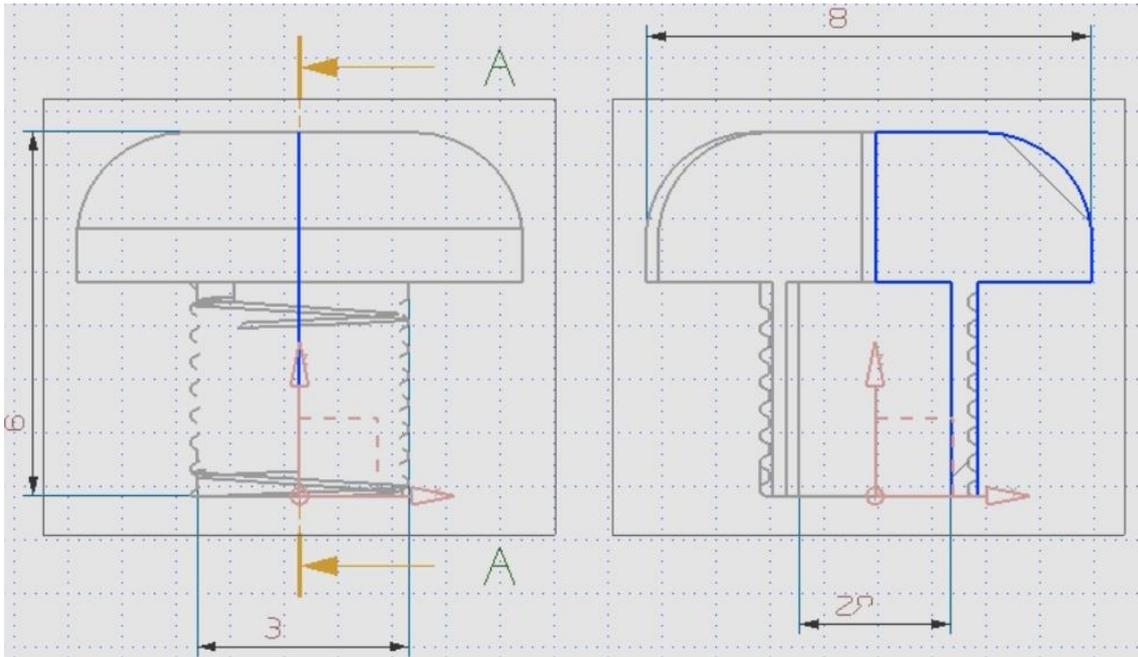


Figura 31: Draft Tampa

Carcaça de Armazenamento

A carcaça de armazenamento é utilizada para conter a água durante o período de aquecimento da água. Ela deve ser preparada para a fixação da carcaça externa, do compartimento de café e da resistência utilizada para o aquecimento.

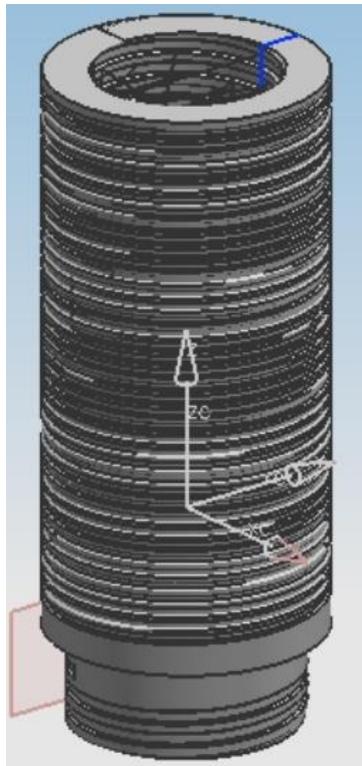


Figura 32: Compartimento de Café

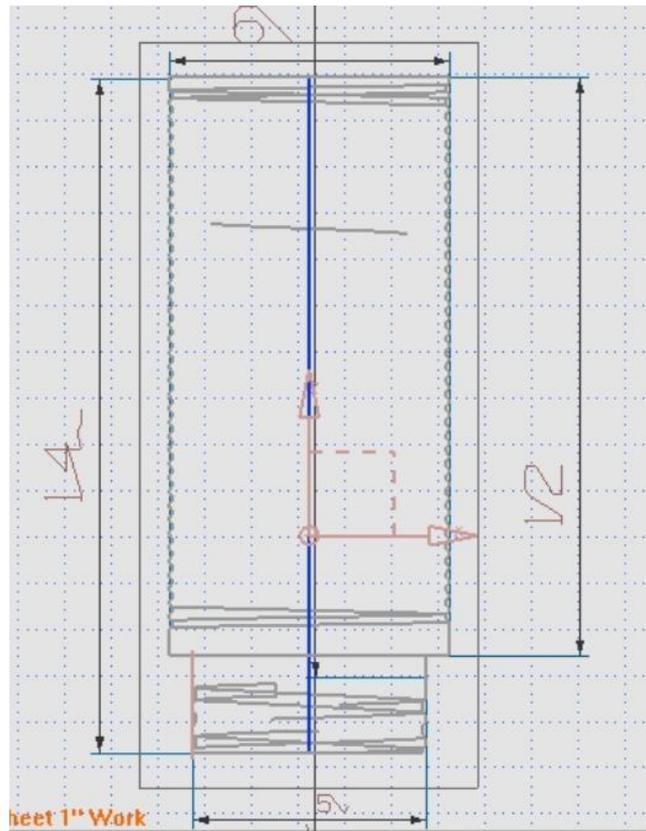


Figura 33: Draft Compartimento de Água

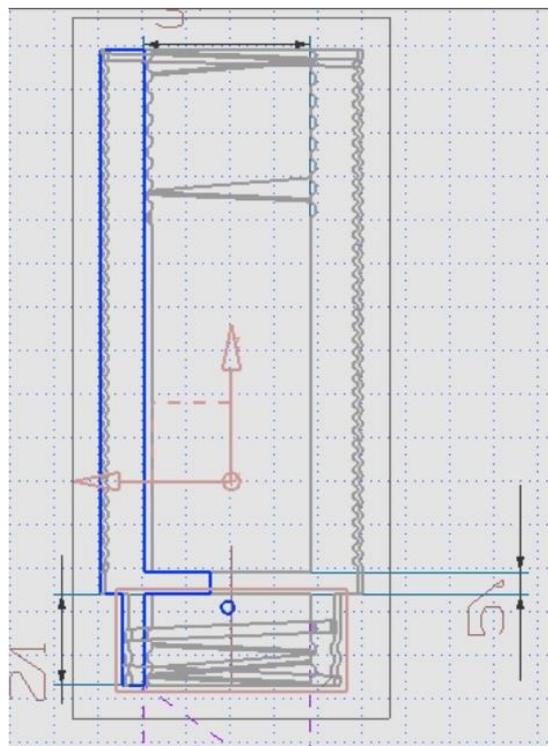


Figura 34: Draft Compartimento de Água- Corte

Xícara

A xícara é utilizada para armazenar e servir o café pronto ao usuário.

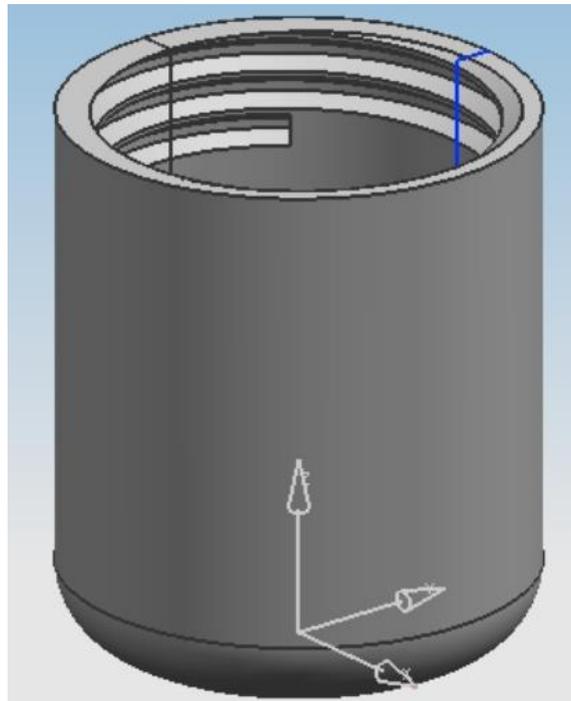


Figura 35: Xícara

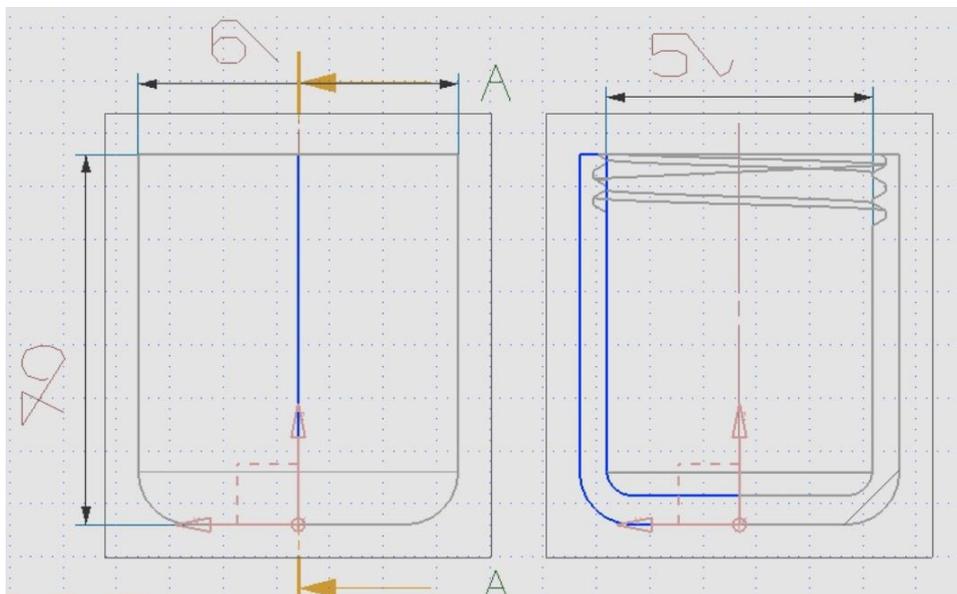


Figura 36: Draft Xícara

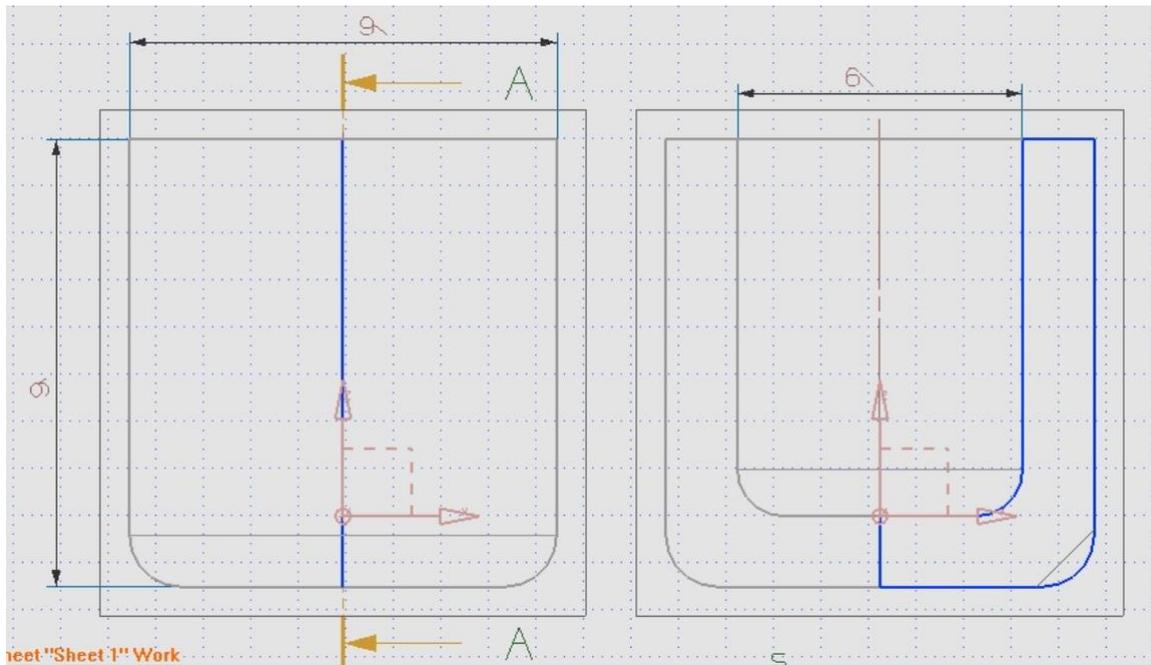


Figura 37: Draft Isolamento da Xícara

Carcaça Externa

A carcaça externa é utilizada para separar a carcaça interna do contato com o usuário, protegendo-o de queimaduras e fornecendo o espaço para a presença do isolamento térmico e dos fios necessários para os circuitos de informação ao usuário.

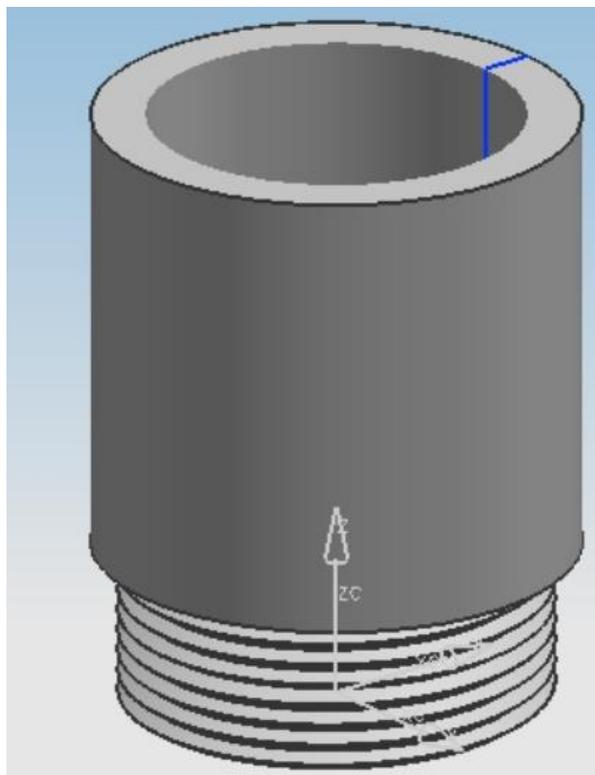


Figura 38: Carcaça Externa

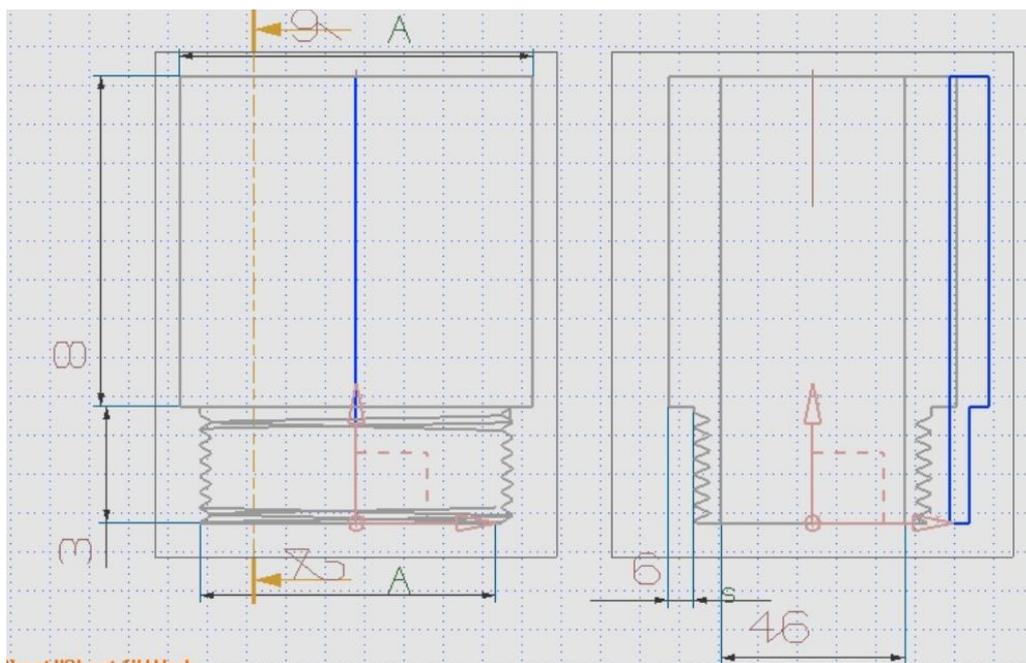


Figura 39: Draft Carcaça Externa

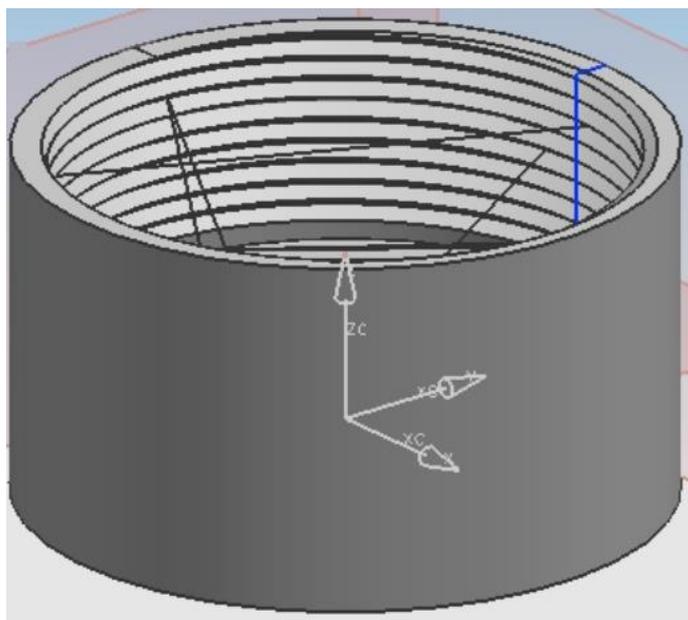


Figura 40: Rosca de Fixação entre Carcaça de Armazenamento e Externa

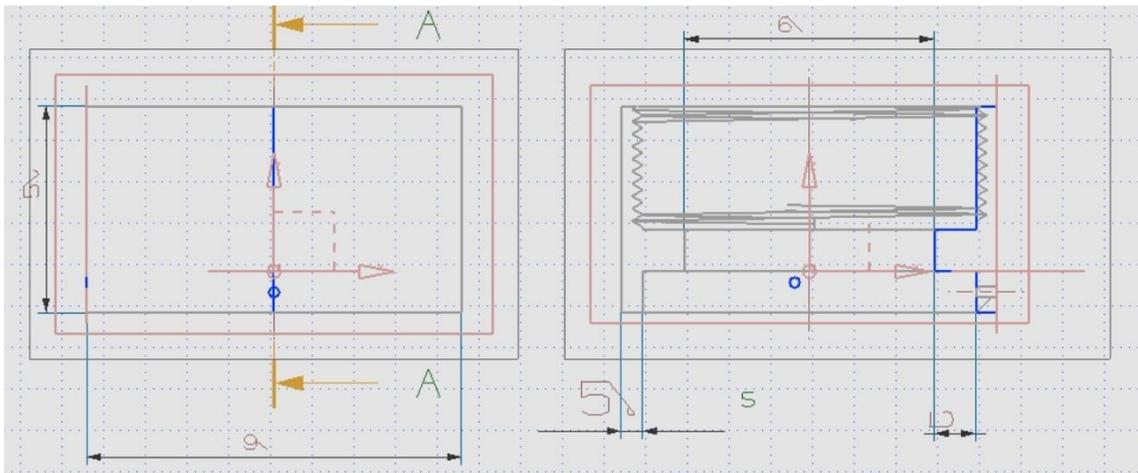


Figura 41: Draft Rosca de Fixação entre Carcaça de Armazenamento e Externa

Compartimento de Café

O compartimento de café é aquele que faz a divisão entre o pó do café e o café pronto. Ele recebe o pó no começo do processo e armazena a borra ao final da extração.

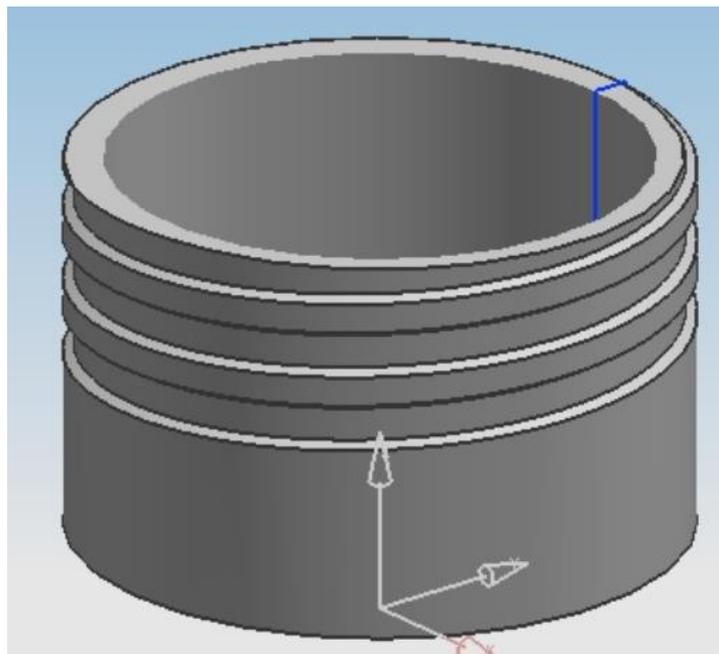


Figura 42: Compartimento de Café

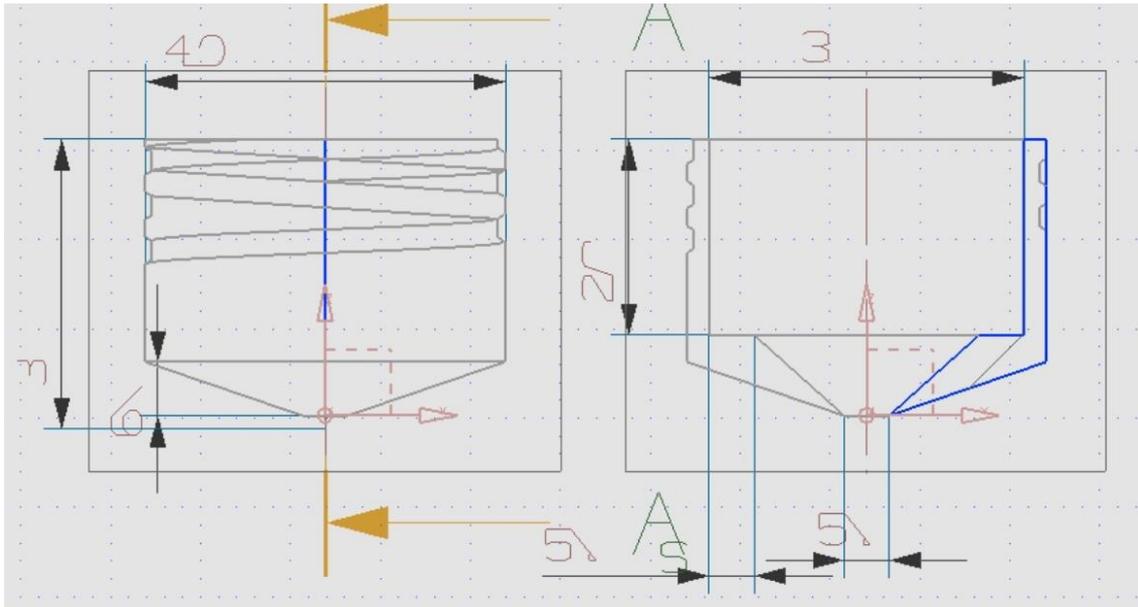


Figura 43: Draft Compartimento de Café

Alavanca

A alavanca é utilizada para liberar a água no momento em que essa atinge a temperatura ideal. Esse momento é identificado por um LED que é acessado por um circuito conectado por uma lâmina bi metálica que se dilata na temperatura adequada.

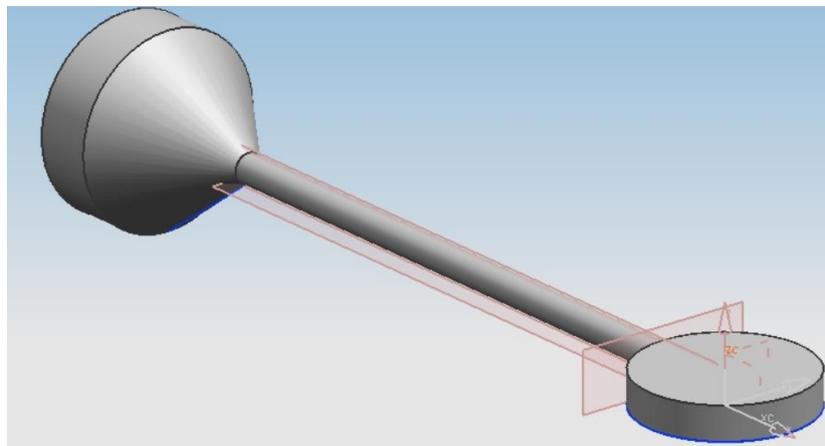


Figura 44: Alavanca

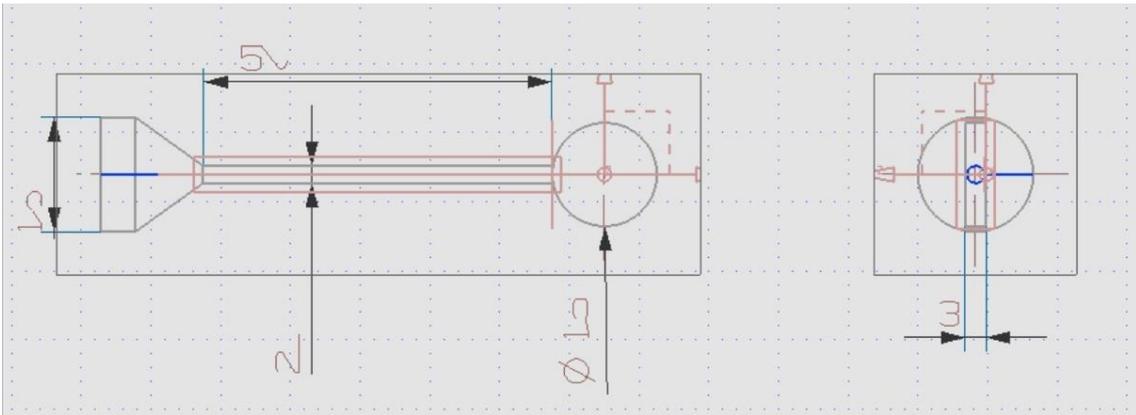


Figura 45: Draft Alavanca

Desenhos de Execução

Partindo-se dos desenhos de conjunto apresentados anteriormente e que apresentam como principal resultado o desenho apresentado na figura 46, abaixo, é possível confeccionar os desenhos de fabricação, seguindo a norma ABNT referente.

Considerando o tamanho dos desenhos de fabricação e para evitar distorções inerentes do processo de transposição de documentos, optou-se por anexar os desenhos de fabricação seguindo a seguinte ordem:

1. Conjunto;
2. Alavanca;
3. Carcaça Externa;
4. Compartimento de Água/Armazenamento;
5. Compartimento de café;
6. Rosca Externa;
7. Tampa;
8. Xícara.

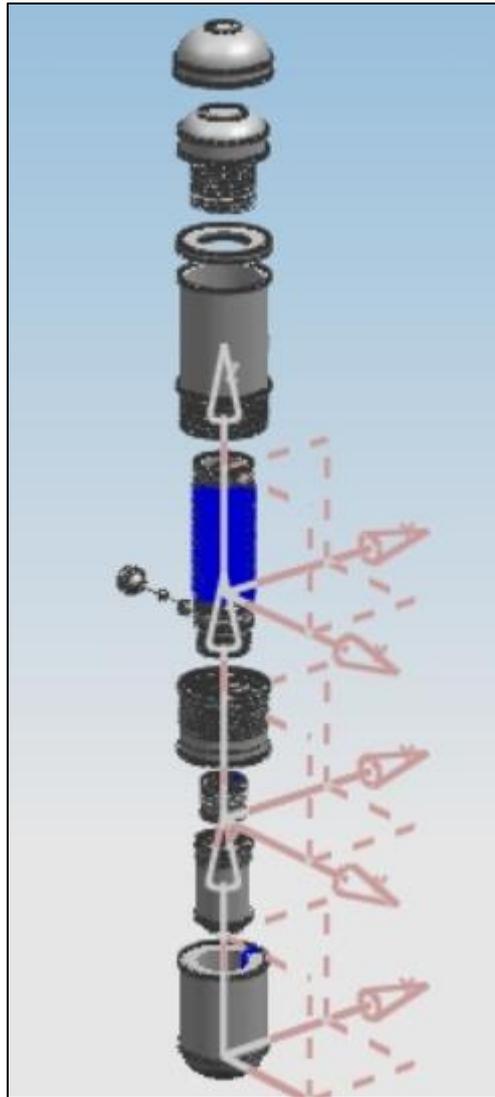


Figura 46: Desenho de Conjunto

Materiais e Componentes Externos

Nessa etapa do relatório, especificar-se-á aqueles componentes que serão comprados para a fabricação da *Pingus I*. Note que os preços abaixo servem apenas de guia, uma vez que será possível negociar melhores valores unitários em função de pedidos de grande volume.

•**Plug da tomada**



Figura 47: Plug da Tomada

Plug Tomada AC Fame (2P+T) Macho 180° 20A Preto

Preço :

Quantidade	Preço unitário
1	5,90
3 ou mais	5,02
5 ou mais	4,72
10 ou mais	4,43

Tabela 23: Quantidade X Preço Unitário - Plug da Tomada

(preços obtidos em <http://www.blucolor.com.br/produto/015186/plug-tomada-ac-fame-2pt-macho-180-20a-preto>)

•**Resistência**



Figura 48: Resistência

Fio de níquel cromo para resistência – 0,511mm de espessura

Preço: R\$ 5,00/metro

Após a chegada do fio na fábrica, a montagem da resistência no produto final será feita na própria empresa.

(preço obtido em http://www.psgembalagens.com.br/produtos/0,5171_resistencia-niquel-cromo-fio-redondo-0-511mm-espessura).

•Cabo elétrico



Figura 49: Cabo Elétrico

Cabo Silflex PP 750V

3 condutores: preta, azul-claro e branco

Resistência a até 70°C

Cabo de condutor de 2,5mm

Comprimento do cabo: 1,5m

Preço: por rolo de 100m (<http://www.sil.com.br/produtos/cabos-flex%C3%ADveis/cabo-silflex-pp-750-v.aspx>)

•Isolante térmico



Figura 50: Isolamento Térmico

Comprimento: 500 mm

Diâmetro: 100 mm

Preço: R\$ 5,04

(preço obtido em http://www.soisopor.com.br/prod_detalhes.asp?produto_ID=1427&folder_ID=14&subFolder=3).

•**Borracha**



Figura 51: Borracha

Borracha Isobutilica Isopreno (IIR)

Espessura 0.5mm

Largura 1000m

Comprimento 10m

Preço US \$0.656 - 10 / Quilograma

(preço obtido em <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/butyl-rubber-sheet-550103905.html>)

•**Elemento adesivo**



Figura 52: Elemento Aditivo

Adesivo será usado para fixar o revestimento de borracha na carcaça plástica

Adesivo Líquido 3M 13001

Indicado para colagem de borrachas com outros materiais

http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/AplicacoesIndustriais/Home/ProdutosSolucoes/SolFiltrMercIndustriais/Adesivos/AdesivosLiquidos/

- **LED**



Figura 53: LED

Led que será utilizado para indicar que o preparo do café foi finalizado e a alavanca pode ser acionada.

Led Convencional Cromatek L1x41

Diâmetro de 4,1mm

Preço: por lote de 100

<http://www.cromatek.com.br/site/index.php/produtos/ledconvencional/11x41>

- **Termostato Bimetálico**



Figura 54: Termostato Bimetálico

Usado no circuito de controle que ativa o LED

Ativado quando a temperatura atingir 90°C

Preço: R\$ 22,00/unidade (para pedidos acima de 250 unidades)

(preço obtido em <http://www.farnellnewark.com.br/default.aspx>).

- **Botão liga/desliga**



Figura 55: Botão liga/desliga

Chave liga/desliga redonda do tipo gangorra

Usada para ligar o produto e iniciar o aquecimento ou desligar e interromper o aquecimento

Preço: R\$ 2,85/unidade

(preço obtido em <http://www.autolarcomercial.com/index.php>).

Especificação e detalhamento do ferramental e dispositivos

Estudando os possíveis processos de fabricação dos componentes da *Pingus I*, percebe-se que todos seus componentes podem ser fabricados com ferramental já existente. Assim, nessa etapa, analisar-se-á a fabricação detalhada do compartimento de armazenamento d'água, considerado como o componente principal, uma vez que é nele que ocorre o processo principal, aquecimento.

A primeira atitude para a fabricação é a definição das ferramentas que são utilizadas no processo. Dessa forma, retomando o desenho de fabricação, anexo 5, e percebendo sua geometria cilíndrica coaxial, percebe-se que a máquina a ser utilizada na fabricação é o torno. Entretanto, há diversas ferramentas que podem compor esse material desempenhando diferentes funções, como faceamento, rosqueamento etc.

Recorrendo à literatura, encontra-se diferentes tipos de ferramentas para utilização em um torno convencional, tal como as citadas na figura 56 abaixo:

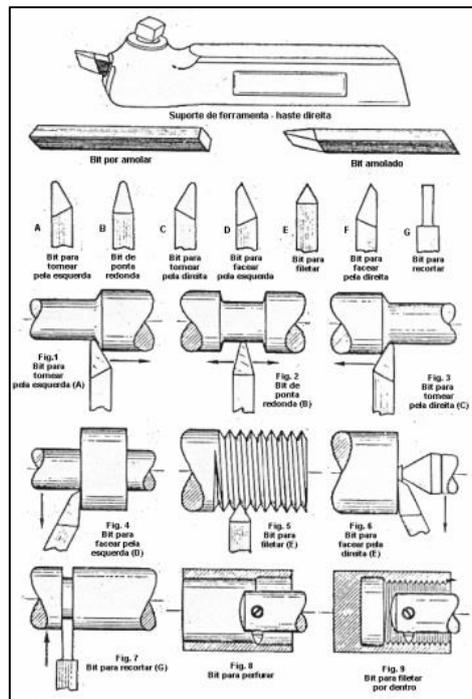


Figura 56: Tipos de Ferramentas do Torno fonte: Praticas de Oficina PUC/RS

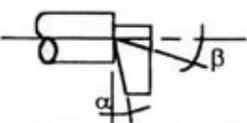
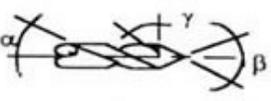
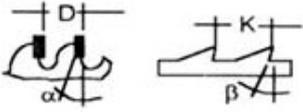
Ainda analisando o processo de fabricação, percebe-se que serão necessários 6 passos para a fabricação do compartimento em estudo sendo esses:

Tabela 24: Processos de Fabricação de Compartimento de Armazenamento

Passos	Processo
1	Desgaste ao diâmetro menor
2	Desgaste ao diâmetro maior
3	Rosqueamento diâmetro menor
4	Rosqueamento diâmetro maior
6	Furo

Cada etapa da fabricação exige uma ferramenta específica, bem como uma velocidade de ferramenta específica. Dessa forma, dividir-se-á o estudo da fabricação seguindo os diferentes passos do processo. Quanto à velocidade, seguir-se-á as propostas na tabela 25, onde polipropileno é abreviado pela sigla PP.

Tabela 25: Velocidades de Usinagem para o Polipropileno fonte: <http://www.plastecno.com.br/usinagem-de-plasticos.php>

Usinagem de Poliolefinas e Estirenos			
Torneamento Torneado Turning 		PP MGS® Homo., PP MGS® Copo., PEAD 200 MGS®, PEAPM 300 MGS®, PEUAPM 4000 MGS®	ABS MGS®, PSAI MGS®
	m/min	150 - 200	200 - 500
	mm/U	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5
	α	0° - 5°	5° - 10°
	β	5° - 10°	25° - 30°
Furação Taladrado Drilling 	m/min	100 - 200	100 - 200
	mm/U	0,1 - 0,3	0,2 - 0,3
	α	10° - 30°	30°
	β	60° - 90°	90°
	γ	10° - 15°	15°
Fresagem Fresado Milling 	m/min	< 1000	500 - 200
	mm/dente	< 0,6	< 0,6
	α	10° - 20°	10° - 30°
	β	5° - 15°	8° - 12°
	Corte Serra Corte Sierra Cutting 	m/min	~ 3000
D (mm)		15 - 40	15 - 20
α		0° - 5°	0° - 5°
m/min		500 - 900	300
K (mm)		5 - 10	2 - 8
β		0° - 10°	0° - 5°
Tolerâncias (ISO R286)		18	18

Desgaste ao Diâmetro Menor

Uma vez alocada no torno, o primeiro passo a ser realizado é o desgaste do material para que a parte inferior do desenho de fabricação, no torno representado a seguir, a parte da peça mais a direita, atinja o diâmetro especificado de 35 cm. Para isso, utiliza-se como ferramenta o Bit para torneiar pela esquerda, uma vez que o movimento do torno é da esquerda para direita. Quanto à velocidade, conforme tabela 25 utiliza-se 200 m/min.

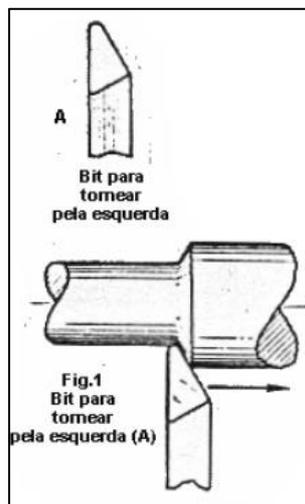


Figura 57: Ferramenta Utilizada no primeiro passo

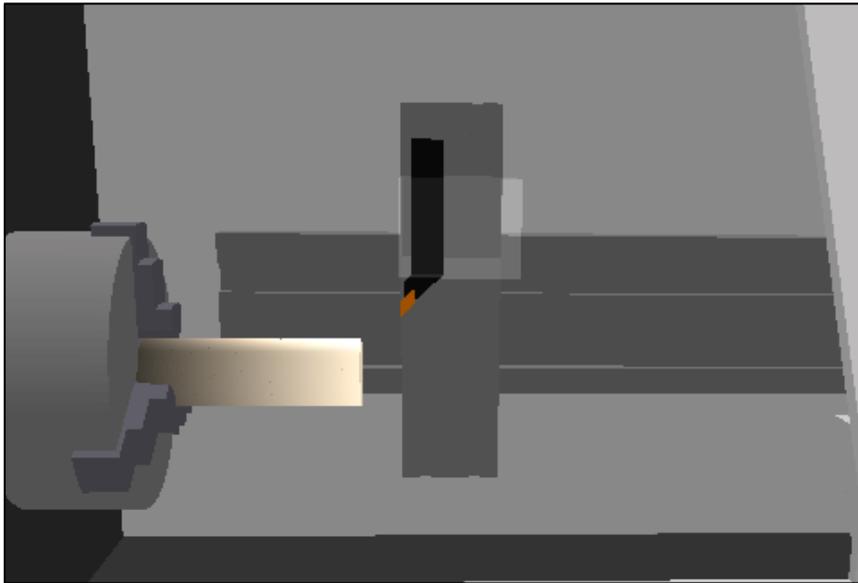


Figura 58: Posicionamento Inicial da Peça e da Ferramenta

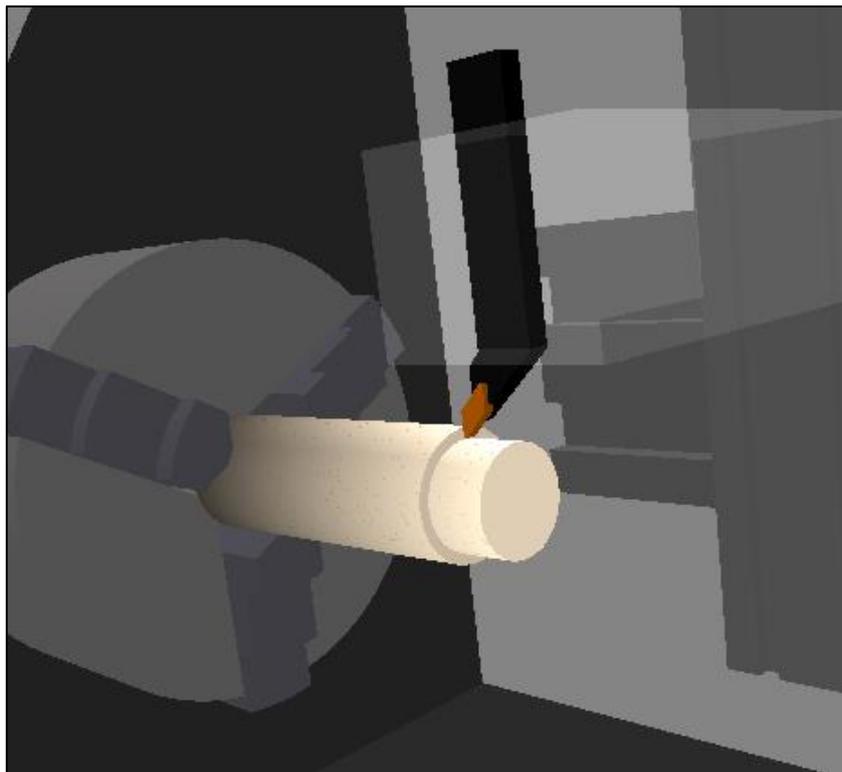


Figura 59: Posicionamento após essa Etapa

Desgaste ao Diâmetro Maior

Continuando o processo de usinagem, o próximo passo é o desgaste do material para que a parte superior do desenho de fabricação, no torno representado a seguir, a parte da peça mais a esquerda, atinja o diâmetro especificado de 35 cm. Para isso, utiliza-se, novamente, como ferramenta o Bit para torneare pela esquerda, uma vez que o

movimento do torno é da esquerda para direita. Quanto à velocidade, conforme tabela 25 utiliza-se 200 m/min.

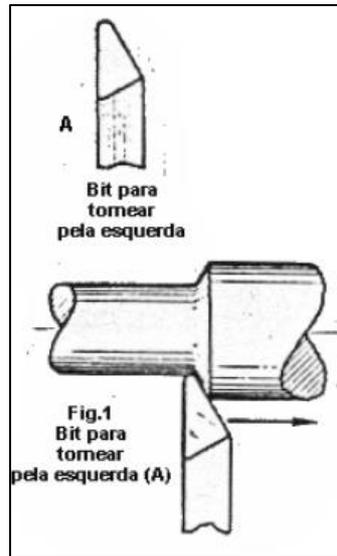


Figura 60: Ferramenta Utilizada no segundo passo

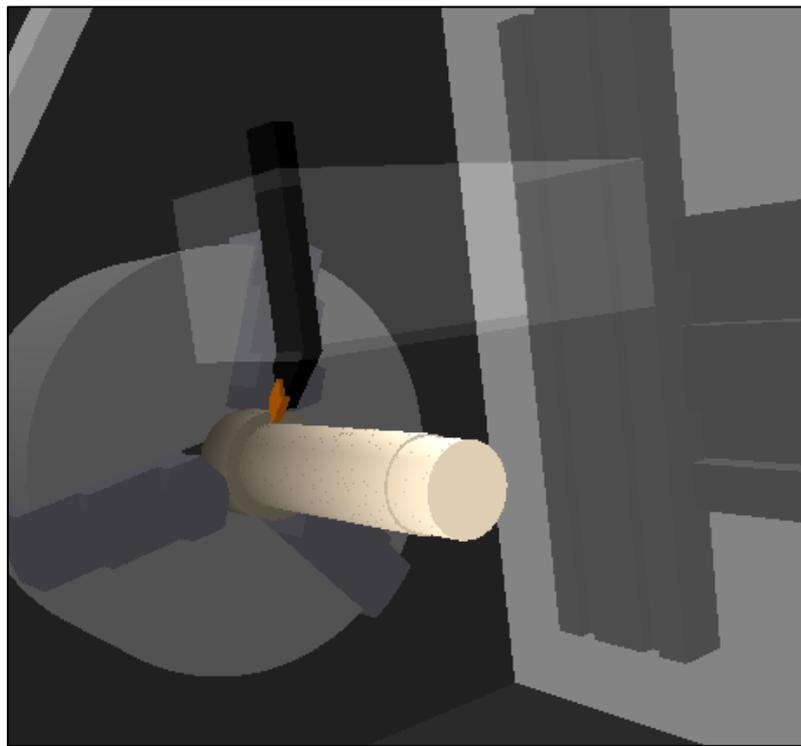


Figura 61: Peça após o segundo Passo

Rosqueamento diâmetro menor

Continuando o processo, o próximo passo é o rosqueamento do diâmetro menor da peça, fornecendo o ponto de encaixe com o compartimento de café. Para isso, utiliza-se como ferramenta o Bit para filetar, uma vez que é esse o princípio do rosqueamento. Quanto à velocidade, conforme tabela 25 utiliza-se 200 m/min.

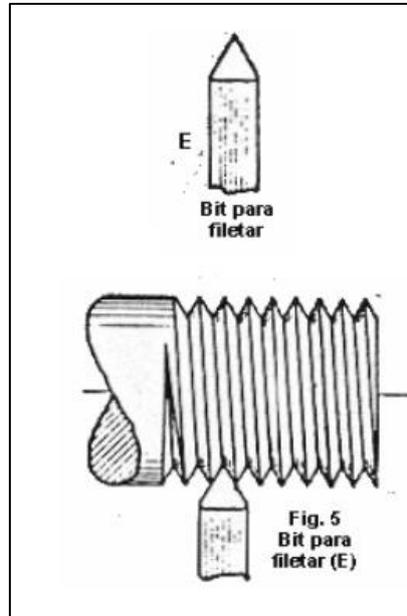


Figura 62: Ferramenta para o terceiro Passo

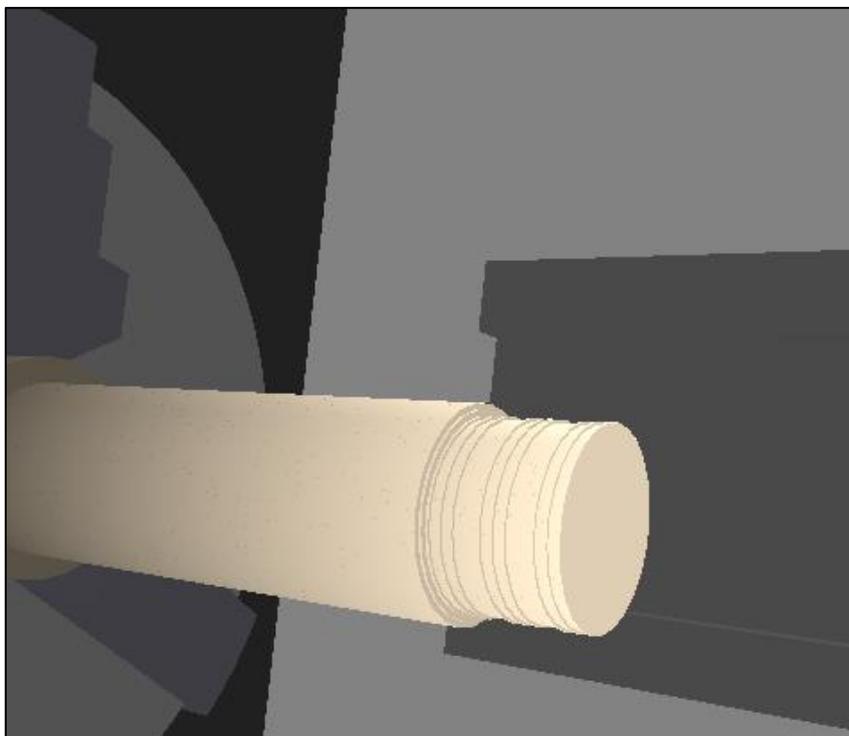


Figura 63: Peça Após o terceiro Passo

Rosqueamento diâmetro maior

O próximo passo é o rosqueamento do diâmetro maior da peça, fornecendo o ponto de encaixe da resistência de aquecimento. Para isso, utiliza-se como ferramenta o Bit para filetar, uma vez que é esse o princípio do rosqueamento. Quanto à velocidade, conforme tabela 25 utiliza-se 200 m/min.

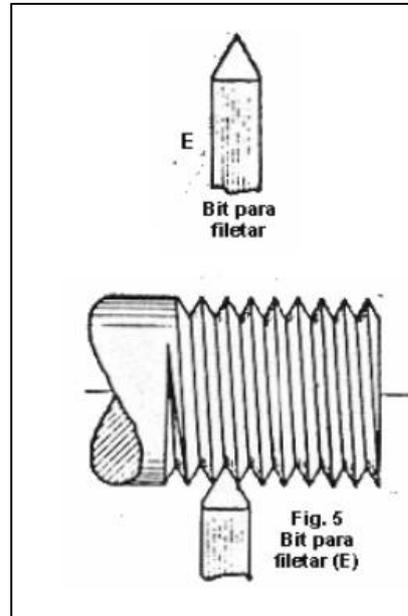


Figura 64: Ferramenta utilizada no quarto passo

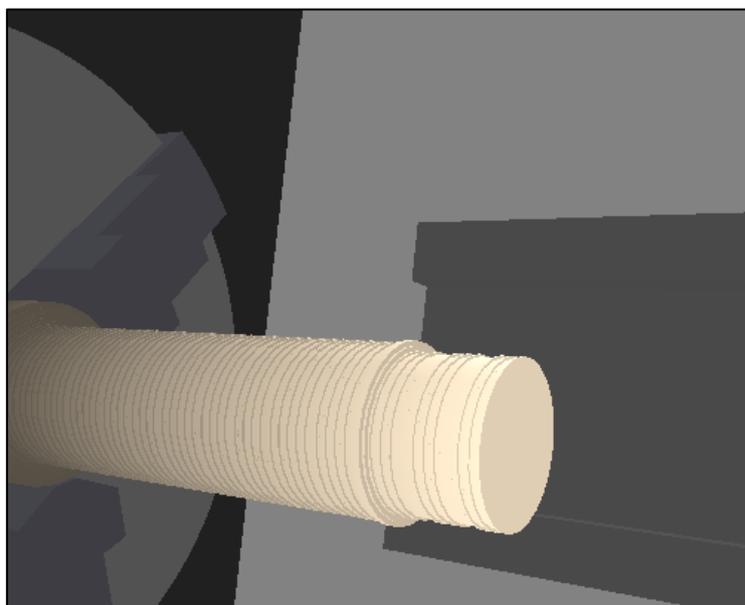


Figura 65: Peça após o quarto Passo

Furo

Para a realização desse passo no processo de usinagem do compartimento de armazenamento há duas formas de proceder. A primeira utiliza uma broca convencional, e a segunda utiliza uma ferramenta para torneamento interno. Uma vez que não há brocas do diâmetro desejado, optou-se por utilizar o torneamento interno mantendo, assim, a velocidade de 200m/min.

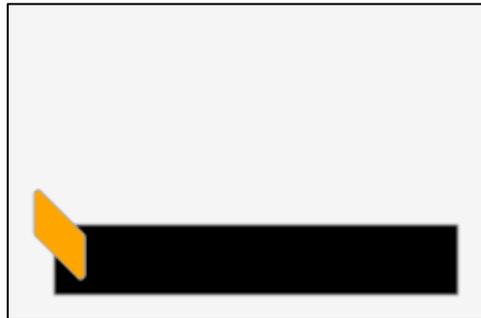


Figura 66: Ferramenta para o quinto Passo

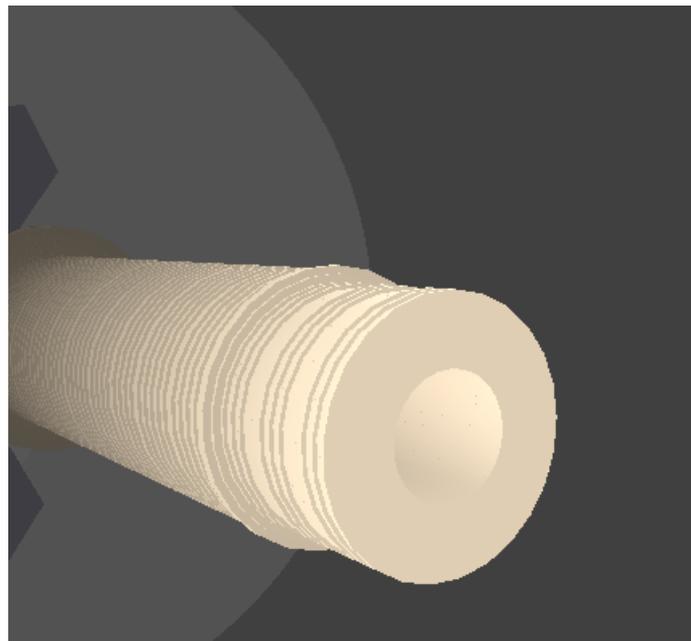


Figura 67: Peça após o quinto Passo

Após a fabricação a peça é retirada do torno, passa por um processo de controle de qualidade, discutido mais a frente, e é então enviada à montagem.

Vale destacar que para uma melhor visualização dos passos de fabricação, foi utilizado o software Cncsimulator PRO versão 1.0.6.6, e que os principais comandos para a simulação foram os representados na figura 68 abaixo.

Código	Função	Parâmetros
G00	Deslocamento Rápido	Localização desejada
M4	Ligar Máquina	-
G01	Deslocamento controlado	Localização desejada
G33	Abertura de rosca	X, Y, Z, Passo e Angulo.
F	Velocidade de Avanço	m/minuto
S	Velocidade Angular	RPM
M6	Troca de Ferramenta	-

Figura 68: Códigos Utilizados

Plano Macro de Fabricação

Seguindo o processo de desenvolvimento de produto, realizar-se-á o estudo do plano macro de fabricação de principais componentes da *Pingus I*. Como se trabalha com uma demanda média, de 330.000 cafeteiras, não há necessidade de completa automação. Além disso, para estimar o tempo de fabricação seguiu-se o modelo de detalhamento exposto anteriormente.

Tempo de setup

Um ponto importante a ser determinado é o tempo de setup que precede a fabricação de uma peça ou de uma família de peças. Geralmente esse tempo é cronometrado através da observação da produção. Como isso não é possível, deve-se buscar uma forma de estima-lo. Escolheu-se utilizar a descrição das atividades através do Therblig, conjunto de movimentos fundamentais proposto por Frank e Lilian Gilbreth. Esse conjunto consiste nas seguintes atividades:

- Buscar
- Selecionar
- Agarrar
- Alcançar
- Mover
- Segurar
- Soltar
- Posicionar
- Preposicionar
- Inspeccionar
- Montar
- Desmontar
- Usar
- Demora Evitável
- Demora Inevitável
- Planejar
- Descansar

A fim de simplificar a estimativa, considerou-se igual o processo de setup de todas as peças em termos de sequência e qualidade das atividades e fez-se também a simplificação de que a máquina não apresenta nenhuma ferramenta inicialmente. A descrição dessas atividades e seus tempos estimados estão expostos na tabela 26 a seguir:

Tabela 26: Tempo de Setup por atividade

Atividade	Descrição	Tempo estimado (s)
Buscar	Operador procura a ferramenta que será utilizada	60
Alcançar	Operador estende o braço para pegar a ferramenta necessária	10
Agarrar	Operador pega a ferramenta	5
Mover	Operador move a ferramenta até a máquina	20
Posicionar	Operador posiciona a ferramenta e a peça no encaixe da máquina	1200
Soltar	Operador solta a ferramenta	5
Inspecionar	Operador verifica se o encaixe foi feito corretamente e realiza um teste	500
Total	-	1800

Tampa

Para a preparação da tampa, o primeiro procedimento a ser realizado é a preparação da peça a ser usinada bem como do torno que a usinará. Após essa preparação, o operário realiza a operação moldando as peças às dimensões corretas. Após pronta, a peça recebe uma camada de cola e então é emborrachado, como proteção térmica ao usuário.

Ficha de Fabricação						
Peça: Tampa			Material: Polipropileno			
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário (s)
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Tampa	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro da rosca	Torno	Tampa	40	1	40
3	Rosqueamento	Torno	Tampa	30	1	30
4	Desgaste à parte superior da tampa (dim. Variável).	Torno	Tampa	50	1	50
5	Transporte ao emborrachamento	-	Tampa	20	1	20
6	Cola	-	Tampa	30	1	30
7	Emborrachamento	-	Tampa	40	1	40
8	Transporte à montagem	-	Montagem	50	20	50
Total						290

Tabela 27: Plano Macro de Fabricação da Tampa

Carcaça de Armazenamento

Assim como para a preparação da tampa, o primeiro procedimento a ser realizado para a fabricação da carcaça de armazenamento é a preparação da peça a ser usinada bem como do torno que a usinará. Após essa preparação, o operário realiza a operação moldando as peças às dimensões corretas.

Ficha de Fabricação						
Peça: Carcaça de Armazenamento			Material: Polipropileno			
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Carcaças	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado, a exceção da rosca inferior e a de fixação à carcaça externa.	Torno	Carcaças	40	1	40
3	Rosqueamento para posicionamento da resistência	Torno	Carcaças	30	1	30
4	Desgaste da parte inferior ao diam. Especificado	Torno	Carcaças	20	1	20
5	Rosqueamento da parte inferior	Torno	Carcaças	30	1	30
6	Desgaste da parte de fixação ao diâmetro especificado	Torno	Carcaças	30	1	30
7	Rosqueamento da parte de Fixação	Torno	Carcaças	30	1	30
8	Furo	Torno	Carcaças	40	1	40
9	Transporte à montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						310

Tabela 28: Plano Macro de Fabricação da Carcaça de Armazenamento

Carcaça Externa

Novamente, o primeiro procedimento é a preparação da peça e do torno. Após essa preparação é realizada a usinagem seguida do emborrachamento e do transporte à montagem.

Ficha de Fabricação						
Peça: Carcaça Externa			Material: Polipropileno			
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Carcaças	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado para a rosca inferior	Torno	Carcaças	40	1	40
3	Rosqueamento	Torno	Carcaças	30	1	30
4	Desgaste ao diâmetro da parte superior	Torno	Carcaças	40	1	40
5	Furos	Torno	Carcaças	40	1	40
6	Cola	-	Carcaças	40	1	40
7	Emborrachamento	-	Carcaças	50	1	50
8	Transporte à montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						330

Tabela 29: Plano Macro de Fabricação da Carcaça ExternaCompartimento de Café

Após a preparação da peça e da usinagem, a peça é transportada para a área de montagem.

Ficha de Fabricação						
Peça: Compartimento de Café			Material: Polipropileno			
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Compartimento do café	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado para a rosca superior	Torno	Compartimento do café	30	1	30
3	Rosqueamento	Torno	Compartimento do café	30	1	30
4	Desgaste ao diâmetro da parte Inferior (variável)	Torno	Compartimento do café	60	1	60
5	Furo	Torno	Compartimento do café	40	1	40
6	Transporte à Montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						250

Tabela 30: Plano Macro de Fabricação do compartimento de CaféXícara

Assim como as etapas anteriores, o começo da fabricação se dá por meio da preparação da peça. Em seguida, é realizada a usinagem, a colagem da borracha e o transporte para o empacotamento.

Ficha de Fabricação						
Peça: Xícara			Material: Polipropileno			
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Compartimento do café	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado	Torno	Compartimento do café	30	1	30
3	Furo à profundidade desejada	Torno	Compartimento do café	40	1	40
4	Rosqueamento interno	Torno	Compartimento do café	60	1	60
5	Aplainamento da base	Torno	Compartimento do café	50	1	50
7	Cola	-	Compartimento do café	40	1	40
8	Emborrachamento	-	Compartimento do café	50	1	50
9	Transporte à Montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						360

Tabela 31: Plano Macro de Fabricação da Xícara

Alavanca

Seguindo a mesma lógica das peças anteriores, é possível montar a ficha de fabricação para a alavanca.

Ficha de Fabricação						
Peça: Alavanca				Material: Polipropileno		
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequência	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Alavanca	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado da haste	Torno	Alavanca	30	1	30
3	Desgaste ao diâmetro projetado do botão	Torno	Alavanca	40	1	40
4	Faceamento da parte circular	Fresadora	Alavanca	60	1	60
5	Circularizar o Diâmetro	Fresadora	Alavanca	50	1	50
6	Transporte à montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						270

Tabela 32: Plano Macro de Fabricação da Alavanca

Rosca Externa

A rosca externa, utilizada para unir as carcaças e permitir o movimento relativo entre elas, facilitando a montagem, tem um procedimento de fabricação muito semelhante ao das demais carcaças. Assim, sega-se a seguinte ficha de fabricação:

Ficha de Fabricação						
Peça: Rosca Externa				Material: Polipropileno		
Operação		Máquina	Seção	Tempo (s)	Lote	Tempo Unitário
Sequencia	Descrição					
1	Preparação da peça	-	Carcaças	30	1	30
2	Desgaste ao diâmetro projetado	Torno	Carcaças	40	1	40
3	Furo	Torno	Carcaças	60	1	60
4	Rosqueamento interno	Torno	Carcaças	60	1	60
5	Cola	-	Carcaças		1	10
6	Emborrachamento	-	Carcaças		1	20
7	Transporte à montagem	-	Montagem	60	20	60
Total						280

Tabela 33: Plano Macro de Fabricação da Rosca Externa

De posse dessas informações é possível montar o plano de inspeção da qualidade.

Plano Macro do Processo de Montagem

O processo de montagem tem início quando as peças fabricadas na fábrica chegam à área de montagem. Nesse setor são primeiramente alocados na área de pré-montagem, para serem alocados em *kits* juntamente com os produtos comprados e descritos anteriormente. Dessa forma, os kits são compostos pelos seguintes itens:

1. Tampa;
2. Carcaça de Armazenamento;
3. Compartimento de Café;
4. Alavanca;
5. Rosca Externa;
6. Xícara;
7. Carcaça Externa;
8. Isolamento Térmico;
9. Fios de conexão;
10. Resistência;
11. Plug de tomada já acoplado ao fio;
12. LED;
13. Termostato Bimetálico.

Cada montador recebe um kit de montagem e realiza 7 passos até que o produto esteja pronto, sendo esses:

Index	Procedimento
1	Enrolar a Resistência em torno da Carcaça de Armazenamento.
2	Montar o Circuito da tomada, resistência e botão de início.
3	Montar o Circuito de Aviso ao Usuário
4	Montar a Alavanca
5	Montar Isolamento Térmico
6	Posicionar Carcaça e Rosca Externa
7	Posicionar Compartimento de Café, Xícara e Tampa.

Tabela 34: Passos para Montagem

Assim, dividir-se-á a análise do plano macro de Montagem seguindo o índice proposto na tabela 34.

Enrolar a Resistencia em torno da Carcaça de Armazenamento

Nessa etapa do processo de montagem, o funcionário enrola o fio de resistência no espaço designado para tal, rosca da carcaça de armazenamento. É um processo delicado, pois erros podem acarretar perda de potência e, conseqüentemente, gasto maior de energia. Consome um tempo médio de 2 minutos.

Montar o Circuito da tomada, resistência e botão de início.

Com a resistência enrolada, o próximo passo a ser tomado é a montagem do circuito de fornecimento de energia. Ele se dá pela união, através de solda, dos fios da tomada à resistência e ao botão *switch*, que pode abrir e fechar o circuito. Além disso, é acoplado um termostato bimetalico, que abra o circuito, desligando a resistência no momento em que essa atinge a temperatura desejada. Consome um tempo médio de 3 minutos.

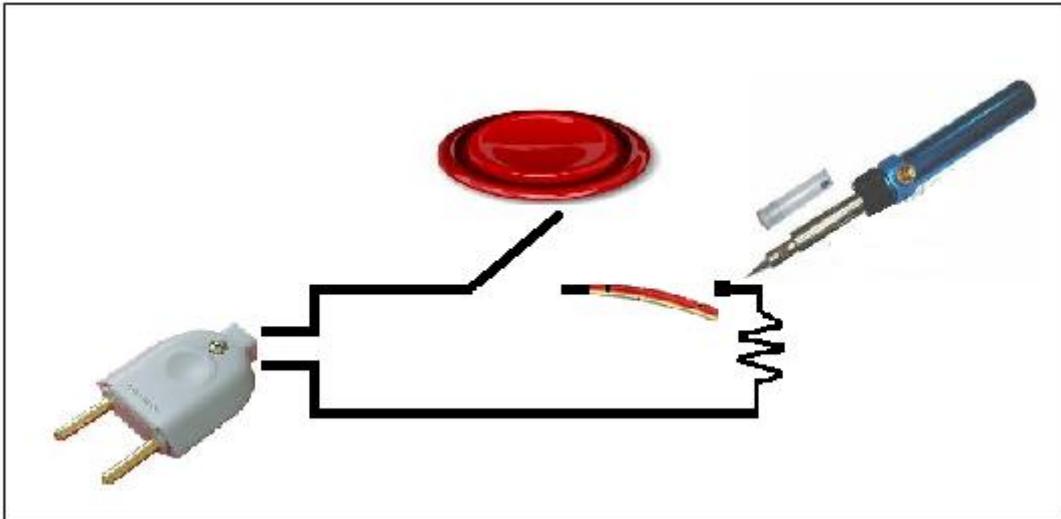


Figura 69: Circuito de Energia

Montar o Circuito de Aviso ao Usuário

O circuito de aviso ao usuário é um circuito simples, que se fecha acendendo o LED quando o termostato bimetalico se dilata, pelo calor proveniente do aquecimento, encostando-se ao circuito elétrico anterior e, conseqüentemente, permitindo a passagem de corrente à lâmpada. Novamente, as uniões elétricas se dão através de um processo de solda. O tempo médio gasto no processo é de 2 minutos.

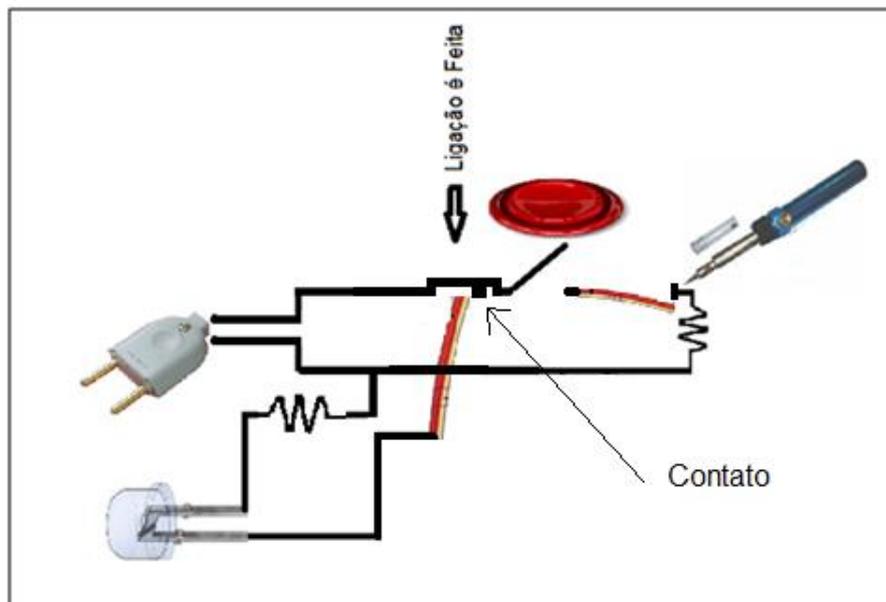


Figura 70: Circuito de Informação

Montar a Alavanca

Com os circuitos preparados, a próxima etapa é posicionar a alavanca que o usuário utiliza para liberar a água uma vez que essa esteja na temperatura ideal para a preparação do café. Esse procedimento é simples e não consome mais do que 1 minuto.



Figura 71: Montagem da Alavanca

Montar Isolamento Térmico

Com os circuitos e a alavanca preparados, enrola-se o isolamento térmico, polipropileno expandido, de forma a proteger o usuário de queimaduras. Como se trata de um processo crítico, pela segurança do operário, deve ser feito cuidadosamente, consumindo, em média, 2 minutos do tempo de montagem.

Posicionar Carcaça e Rosca Externa

Com as partes internas prontas, o funcionário posiciona a carcaça externa e limita o movimento entre essa e a carcaça de armazenamento através da rosca externa. Apesar de ser um processo crítico, uma vez que o usuário não pode acessar facilmente a parte interna sob o risco de queimaduras e choques, é um processo rápido consumindo em média 45 segundos.



Figura 72: Carcaça e Rosca Externas Posicionadas

Posicionar Compartimento de Café e Xícara

Uma vez concluídas as etapas anteriores, basta rosquear a tampa, o compartimento de café e a xícara, finalizando a montagem e encaminhando a *Pingus I* para o empacotamento. É uma etapa rápida, que consome, em média, 1 minuto e 30 segundos.

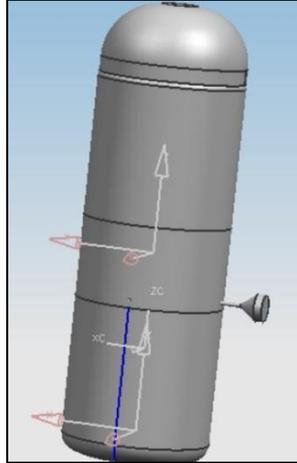


Figura 73: Montagem Concluída

Dessa forma, é possível pensar no seguinte arranjo físico inicial para a fábrica da *Pingus I*:

Figura 74: Arranjo Físico Fábrica *Pingus I*

DMP e Recbimento		
Carcapas	Montagem	Carcapas
Tampa	Empacotamento	Compartimento de Café
Depósito de Produto Acabado e Carregamento		

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Introdução e Critérios

O FMEA, chamado em português de “Análise dos Modos e Efeitos das Falhas” foi realizado buscando-se prever as possíveis falhas que poderão ocorrer com o produto, podendo assim ser possível corrigi-las ainda na fase de projeto, evitando não só custos no futuro, mas potencialmente acidentes mais sérios para os usuários. Neste trabalho será realizado apenas o FMEA do produto final por limitações de prazo, mas dependendo da complexidade do produto e de seus SSCs (Sistemas, Subssistemas e Componentes) e do quão crítico são cada um desses SSCs, essa análise também poderia ser feita individualmente.

Foi realizada também a análise do processo de montagem, buscando-se novamente evitar problemas futuros. Novamente deve-se comentar que seria possível a análise de mais processos, algo que não será feito por limitação de prazo.

Um aspecto que deve ser destacado é que para diminuir a subjetividade, a determinação dos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção foi feita com base nos critérios contidos nas tabelas 35, 36 e 37 abaixo, disponíveis em BOUER (2013).

Tabela 35: Critérios para Índice de Severidade

Efeito	Critério - Severidade do Efeito	Índice de Severidade
Perigoso - Sem advertência	Podem pôr em perigo o operador da máquina ou montador. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental. A falha ocorrerá sem aviso prévio	10
Perigoso - Com advertência	Podem pôr em perigo o operador da máquina ou montador. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental. A falha ocorrerá com aviso prévio	9
Muito alto	Grande interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. Cliente muito insatisfeito.	8
Alto	Pequena interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. Cliente muito insatisfeito.	7
Moderado	Pequena interrupção na linha de produção. Grande parte ou todos os produtos devem ser selecionados. Cliente sente desconforto.	6
Baixo	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser selecionada. O cliente sente alguma insatisfação.	5
Muito baixo	Pequena interrupção na linha de produção. O produto deve ser selecionado e uma parte retrabalhada. Defeito notado pela maioria dos clientes.	4
Menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser retrabalhada, mas fora da estação de trabalho. Defeito notado pela média dos clientes.	3
Muito menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser retrabalhada, dentro da estação de trabalho. Defeito notado por alguns clientes.	2
Nenhum	Não afeta a performance do produto e não prejudica o processo.	1

Tabela 36: Critérios para Índice de Ocorrência

Probabilidade da falha	Taxas de falhas possíveis	Ppk	Índice de ocorrência
Muita alta: Falhas persistentes	≥ 1 em 10	$< 0,55$	10
	1 em 20	$\geq 0,55$	9
Alta: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas freqüentes	1 em 50	$\geq 0,78$	8
	1 em 100	$\geq 0,86$	7
Moderada: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas ocasionais mas não em maiores proporções.	1 em 200	$\geq 0,94$	6
	1 em 500	$\geq 1,00$	5
Baixa: Associada a processos similares que apresentaram poucas falhas	1 em 1000	$\geq 1,10$	4
	1 em 10000	$\geq 1,20$	3
Remota: Falha improvável. Processos quase idênticos, nunca apresentará falha	1 em 20000	$\geq 1,33$	2
	≤ 1 em 1.000.000	≥ 167	1

Tabela 37: Critérios para Índice de Detecção

Detecção	Critério: Probabilidade de um defeito ser detectado antes do próximo controle do processo ou no processo subsequente, ou antes, que a peça ou componente deixem o local de manufatura ou montagem.	Índice de Detecção
Totalmente incerta	Controle do projeto não detectará e/ou não poderá detectar causa/mecanismo potencial e modo de falha subsequente; ou não existe controle do projeto.	10
Muito remota	Chance muito remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	9
Remota	Chance remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	8
Muito baixa	Chance muito baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	7
Baixa	Chance baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	6
Moderada	Chance moderada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	5
Moderadamente alta	Chance moderadamente alta de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	4
Alta	Chance elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	3
Muita alta	Chance muito elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	2
Quase certa	Controle de projeto quase que certamente detecte potencial causa/mecanismo e modo de falha subsequente.	1

FMEA

Tendo apresentado os critérios a serem utilizados, pode-se montar uma tabela com o resultado do FMEA. É importante notar que as melhorias sugeridas já estão refletidas nas outras partes do relatório, que busca sempre representar a versão melhor e mais completa do produto.

Etapa do processo ou componente do produto	Função da etapa do processo ou componente do produto	Modo ou Tipo de Falha Potencial	Efeito Potencial de Falha	Severidade	Causa / Mecanismo Potencial da Falha	Ocorrência	Controles Atuais do Processo - Prevenção	Controles Atuais do Processo - Detecção	Detecção	NPR	Ações Recomendadas	Resultado Esperado das Ações			
												Severidade	Ocorrência	Detecção	
Tampa	Possibilitar a adição de água e café e vedar compartimento interno	Não possibilitar a adição de água e café Não vedar compartimento interno	Usuário não conseguiu adicionar água e café Vaza café quente	8 10	Não desenrosca corretamente Rosca não veda	3 3	Dimensionamento correto Dimensionamento correto	Teste na montagem final -	1 10	24 300	Controle da fabricação das rosças seis sigma Colocar vedação específica Testar vedação	8	1	1	8
												5	1	3	15
Botão de liga e desliga	Ligar e Desligar cafeteira	Não ligar cafeteira Não desligar cafeteira	Produto não funciona Superaquecer produto e danificá-lo	8 8	Contatos ruins Usuário não desliga	4 6	- Instruções para que seja desligada após processo	Teste -	3 10	96 480	Controle do processo através de seis sigma Desligamento automático após abertura da válvula	8	1	3	24
												6	2	2	24
Válvula	Libera água quente	Não liberar água quente	Superaquecimento da água	6	Usuário não aciona alavanca	6	Led de aviso	Café não sai	2	72	Desligamento automático do sistema de aquecimento	6	2	2	24
Corpo	Proteger Usuário	Não proteger usuário	Usuário se queima	10	Proteção incorreta	3	Dimensionamento correto	Controle dimensional	10	300	Dimensionamento com alto fator de segurança.	5	1	10	50
Xícara	Permitir que café seja bebido de forma confortável e segura	Não permitir que café seja bebido com conforto Não permitir que café seja bebido com segurança	Difícil de segurar Usuário se queima	3 10	Dimensionamento incorreto Proteção incorreta	3 3	- Dimensionamento correto	Teste Controle dimensional	3 4	27 120	Dimensionamento que considere fatores ergonômicos Dimensionamento com alto fator de segurança.	3	1	2	6
												5	1	10	50
Aquecimento de Água	Aquecer água até temperatura necessária	Aquecer menos do que o necessário Aquecer mais do que o necessário	Usuário insatisfeito com café Usuário insatisfeito com café Usuário se queima	4 4 10	Válvula abre antes Usuário não desliga	4 6	Led de aviso Instruções para que seja desligada após processo	- Aparência do café	10 8	160 192 480	Fim do aquecimento determinado automaticamente por temperatura atingida	4	1	2	8
												4	1	2	8

Figura 75: FMEA do produto Final

Etapa do processo ou componente do produto	Função da etapa do processo ou componente do produto	Modo ou Tipo de Falha Potencial	Efeito Potencial de Falha	Severidade	Causa/Mecanismo Potencial da Falha	Ocorrência	Controles Atuais do Processo-Prevenção	Controles Atuais do Processo - Detecção	Detecção	NPR	Ações Recomendadas	Resultado Esperado			
												Severidade	Ocorrência	Detecção	
Enrolamento da Resistência	Enrolar a Resistência à Carcaça de Armazenamento.	Não Enrolar a Resistência à Carcaça de Armazenamento.	Curto Circuito na Resistência	10	Rosca com defeito	3	-	Teste da resistência	2	60	Controle Estatístico do Processo (CEP) de Fabricação	10	1	2	20
Soldagem da alimentação	Soldar o Circuito da tomada, resistência e botão de início.	Soldar Incorretamente o Circuito da tomada, resistência e botão de início.	Produto não liga	8	Soldagem falha	3	-	Teste do circuito	3	72	Treinar soldadores	8	2	2	32
Soldagem do sistema de aviso	Soldar o Circuito de Aviso ao Usuário	Soldar Incorretamente o Circuito de Aviso ao Usuário	Usuário não sabe quando acionar alavanca	7	Soldagem falha	3	-	Teste do circuito	3	63	Treinar soldadores	7	2	2	28
Montagem da alavanca	Montar a Alavanca	Não ser Possível Montar a Alavanca	Impossibilidade de montar o produto por completo	6	Dimensões incorretas da peça	3	Dimensionamento com folga adequada	Teste da Peça	2	36	Controle Estatístico do Processo (CEP) de Fabricação	6	1	2	12
Montagem do Isolamento	Montar Isolamento Térmico	Montar inadequadamente Isolamento Térmico	Concentração de temperatura em pontos específicos	10	Dimensões incorretas do material isolante	2	Dimensionamento correto	Inspeção visual	6	120	Medição com gabarito	10	2	2	40
Rosqueamento da carcaça	Juntar Carcaça e Rosca Externa	Não Juntar Carcaça e Rosca Externa	Impossibilidade de montar o produto por completo	6	Material fora da especificação	2	-	-	10	200	Utilização de inspeção por amostragem segundo normas de qualidade	10	2	1	20
Rosqueamento dos outros componentes	Posicionar Compartimento de Café, Xícara e Tampa	Não Posicionar Compartimento de Café, Xícara e Tampa	Impossibilidade de montar o produto por completo	6	Roscas com imperfeições	3	Dimensionamento correto	Teste de encaixe	2	36	Controle Estatístico do Processo (CEP) de Fabricação	6	1	2	12

Figura 76: FMEA do Processo de Montagem

Conclusões

Para finalizar a análise pode-se, usando a tabela 38 abaixo, classificar os diversos fatores de falha quanto a sua prioridade.

Tabela 38: Priorização para tomada de ações

Critério de priorização para tomada de Ação	Índice de risco
Prioridade 0 Item vulnerável e importante Requer ações imediatas e/ou preventivas	Alto (acima de 100)
Prioridade 1 Item importante e vulnerável Requer ações corretivas e/ou preventivas a curto prazo.	Médio (50 á 100)
Prioridade 2 Item pouco vulnerável. Podem ser tomadas ações corretivas e/ou preventivas a longo prazo.	Baixo (1 á 50)

É interessante notar que houve grande redução no Número (ou Nível) de Prioridade de Risco, indicando o sucesso e a importância da aplicação desse tipo de ferramenta. A média do NPR foi de 190 para 21, com uma redução de 89% no caso do produto final e de 73 para 21, com uma redução de 71% para o processo. Uma demonstração disso pode ser visto nos gráficos abaixo, para o produto final e o processo de montagem, respectivamente, indicando a prioridade do NPR antes e depois das ações.



Gráfico 26: Prioridade de ações para Produto Final

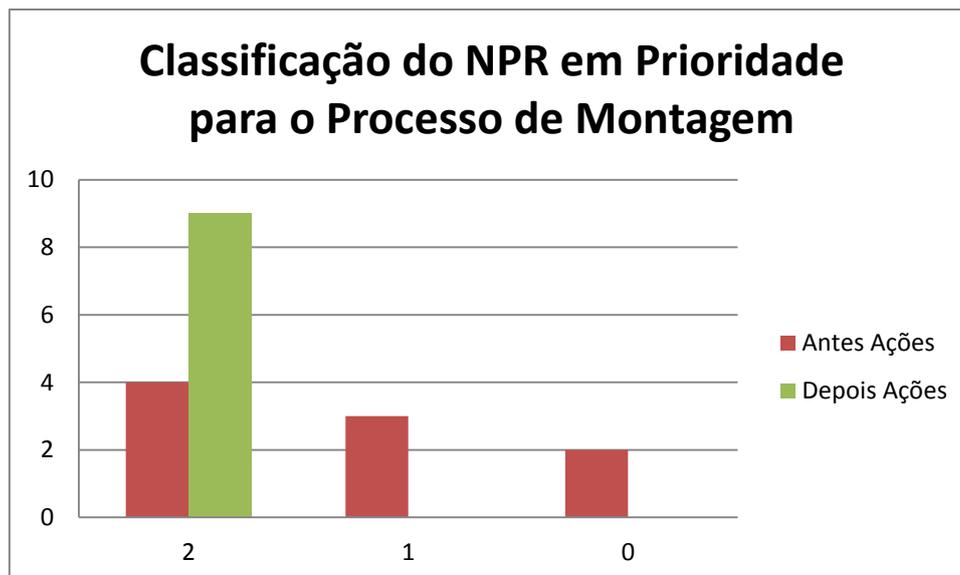


Gráfico 27: Prioridade do NPR para o Processo de Montagem

Para o produto, as duas conclusões principais são a adoção do sistema de desligamento automático do aquecimento e a colocação de vedação na tampa. É importante frisar a importância dessa ferramenta, pois, caso essas falhas não fossem identificadas, poder-se-ia inclusive gerar danos à saúde dos usuários, comprometendo não só os clientes mas também a empresa e até seus responsáveis na ocasião de um processo judicial.

Para o processo destaca-se a importância do Controle Estatístico dos Processos de Fabricação (CEP) na fabricação para não gerar problemas na montagem, conhecido como “susto dimensional”. Além disso, é relevante o cuidado que se deve ter com a parte de aquecimento e curto circuito, já que ambos podem causar danos à saúde dos usuários.

Definir Meios de Controle da Qualidade

No desenvolvimento de um produto, preocupa-se não só com o produto em si, mas também no como ele será fabricado. Nesse sentido, é essencial que se projete não só o processo de fabricação em si, mas também os instrumentos necessários para assegurar que a qualidade planejada em uma ferramenta como o QFD e traduzida em especificações de projeto, seja condizente com a qualidade fabricada (controle do processo) e com a efetivamente entregue ao consumidor.

As formas de garantir essa qualidade de produção são diversas e suas ferramentas inúmeras, abrangendo diversos processos. Neste relatório serão discutidos brevemente alguns aspectos da inspeção de recebimento de matéria-prima e de controle estatístico do processo de forma bastante genérica. Em seguida apresentar-se-á o plano de inspeção para o processo de fabricação do compartimento de água.

Para recebimento de matéria-prima, deve-se aplicar a inspeção por amostragem, sendo recomendado nesse caso a amostragem simples por questão de praticidade,

correspondendo, portanto a Norma ABNT NBR 5426. O tamanho dos lotes de inspeção será dado pela norma, atendendo para isso um Nível de Qualidade Aceitado (NQA) de acordo com o acordado com o fornecedor. Vale ressaltar que um bom relacionamento com o fornecedor e um histórico de entregas aprovadas pode fazer com que ele caia no regime atenuado de inspeção, diminuindo os custos desta. Um exemplo de aplicação disso à *Pingus I* seria a inspeção da fiação usada na resistência, verificando se foi enviado o comprimento adequado, além de avaliar se o diâmetro e a resistência por metro estão adequados.

Considerando agora o Controle Estatístico do Processo (CEP), é fundamental que sejam feitos os gráficos de controle para todas as medidas realizadas, permitindo que o processo seja corrigido antes que uma série de peças seja produzida e estejam gerando problemas na montagem. Um passo anterior disso é garantir que o processo é capaz de produzir as peças com as dimensões e tolerâncias adequadas, algo que deve ser considerado na aquisição do maquinário.

Montar-se-á agora um plano de inspeção do compartimento de água, considerando que a matéria prima será recebida e devidamente inspecionada em setor separado, pois é usada em diversas peças. Esse plano parte então da matéria prima já inspecionada e a acompanha até que sejam feitas as operações de adequação de dimensões, execução de roscas e furação interna.

Tabela 39: Plano de Inspeção para compartimento de água

Produto:		Pingus I						Data Original:		29/05/2013	
Peça:		Compartimento de Água						Data Revisão:		29/05/2013	
Operação	Máquina	Características			Métodos					Plano de Reação	
		nº	Produto	Processo	Especificação /Tolerância	Técnica de Avaliação	Amostra		Método de Controle		
							Tamanho	Frequência			
Usinagem	Torno	1	Diâmetro		40,0±0,5	Medição	1	Constante	Comparação com especificação	Se maior, retrabalho; se menor, refugo	
Usinagem	Torno	2		Controle	Estar sob controle	Gráfico de controle	5	Constante	Estar dentro dos limites	Parar processo e buscar causas	
Fazer rosca da resistência	Torno	3	Rosca da resistência		Resistência encaixar	Teste com modelo	1	A cada dez peças	Encaixa a resistência (diâmetro)	Se possível, manualmente corrigir.	
Fazer rosca da resistência	Torno	4		Controle	Estar sob controle	Gráfico de controle	5	A cada 50 peças	Estar dentro dos limites	Parar processo e buscar causas	
Fazer rosca de encaixe	Torno	5	Rosca de encaixe		Encaixar tampa	Teste com modelo	1	Constante	Encaixa a tampa	Refugo	
Fazer rosca de encaixe	Torno	6		Controle	Estar sob controle	Gráfico de controle	5	Constante	Estar dentro dos limites	Parar processo e buscar causas	
Furar	Torno	7	Furo Interno		125,0±0,5 (passante)	Medição	1	A cada 5 peças	Comparação com especificação	Se menor, retrabalho; se maior, refugo	
Furar	Torno	8		Controle	Estar sob controle	Gráfico de controle	5	Constante	Estar dentro dos limites	Parar processo e buscar causas	
Enviar para montagem		9	Trincas		Não haver	Inspeção Visual	1	Constante	Não apresentar	Refugo	
Enviar para montagem		10	Rebordadas		Não haver	Inspeção Visual	1	Constante	Não apresentar	Retrabalho	

Embalagem

A embalagem é um elemento do produto final de grande importância, devido ao fato de que é esse o primeiro contato do cliente com o produto e não somente a estética é essencial para uma boa primeira impressão, mas também sua facilidade de manuseio e resistência adequada para preservar a integridade do produto. Ou seja a embalagem possui 3 dimensões, mercadológica (comunicação), tecnológica (proteção) e econômica (custos).

No caso da *Pingus I*, utilizar-se-á de uma embalagem cujo principal objetivo é de oferecer uma resistência mecânica o suficiente para que não haja danos ao produto e que seja de fácil manuseio, ou seja, possibilite que o cliente não possua problema no seu transporte e para abrir o produto. No caso a estética da embalagem é significativa, mas não tanto quanto dos outros aspectos mencionados devido ao fato de nos locais onde a cafeteira será comercializada, os produtos ficam expostos fora da caixa e como o produto também será comercializado na internet, utiliza-se de fotos do próprio produto ao invés da imagem, portanto conclui-se que o que chamará a atenção do cliente, em um primeiro momento, é a aparência do produto. O desenho da embalagem encontra-se em anexo.

Materiais

Optou-se por utilizar-se da caixa de papelão ondulado devido ao seu baixo peso e custo além de ser reciclável. E como forma de proteção mecânica utilizar-se-á de isopor, pois oferece bastante proteção mecânica à um baixo custo e peso.

Para isopor se utilizará 8 cantoneiras para posicionar o produto e em seguida encherá o restante da caixa com isopor picado para absorver possíveis impactos.

Tabela 40: Isopor - Embalagem

Loja	Só Isopor, Rua Cav. Basilio Jafet,190 Site: http://www.soisopor.com.br		
Produto	Quantidade	Preço (R\$)	Total/embalagem (R\$)
Cantoneira 3D P	8	0.4	3.2
Moído pequeno	2 litros	18.60 / 260litros	0.14
		Preço Total	3.34

Tabela 41: Caixa de Papelão - Embalagem

Loja	TRÊS Embalagens de papelão Site: http://www.tresembalagens.com.br/		
Produto	Quantidade	Dimensões (CxLxA cm)	Total/embalagem (R\$)
Caixa aba total, papelão simples	1	10x9x27	5.5

O preço total da embalagem é, portanto, R\$ 8.84.

Análise de viabilidade econômica

É essencial que, antes do lançamento efetivo de um novo produto, seja realizada a análise da estrutura de custos de sua produção e do retorno que será oferecido à empresa. A correta realização dessa etapa permite identificar alterações necessárias a serem feitas a fim de garantir que o produto tenha aceitação no mercado e forneça o máximo de retorno (lucro) para a empresa. É possível também concluir que não há como lançar o produto no mercado no momento, situação na qual deve-se buscar novas soluções de produção ou até mesmo novos mercados que se mostrem mais viáveis. Caso isso não seja possível, considera-se a possibilidade do arquivamento do projeto visando esperar um momento mais propício para seu lançamento.

Faz parte da análise de viabilidade econômica a análise da estrutura de custos do produto, que envolve custos com matéria prima do produto e da embalagem, máquinas, mão de obra, instalações de fábrica, despesas de venda etc. Essa análise tem como resultado a descrição detalhada dos custos. Com isso feito, é possível determinar o preço de mercado do produto e sua margem de contribuição, levando em consideração tributos aplicáveis, margem da fábrica e margem do varejo. Por apresentar complexidade acima do escopo do projeto da disciplina, não serão considerados na análise apresentada a seguir os custos associados a instalações ou despesas de vendas.

Estrutura de custos

A seguir serão analisados os custos associados à produção de uma unidade da cafeteira *Pingus*, que envolvem custos de matéria prima do produto e da embalagem, compra dos componentes externos, tempo de uso de máquinas e mão de obra presentes na produção, na montagem e no acondicionamento final do produto.

Custo da matéria prima:

A matéria prima do produto é o polipropileno, seu custo e o material necessário estão na tabela 42 abaixo (obs: nos volumes necessários considerou-se a perda inerente ao processo de fabricação):

Tabela 42 - Custos de matéria prima

Componente	Volume MP (cm ³)	Massa MP (kg)	Custo (R\$/ kg)	Custo total (R\$)
Carcaça da Tampa	302	0,274	2,4	0,66
Carcaça Externa	2800	2,54	2,4	6,10
Carcaça de Armazenamento	1584	1,44	2,4	3,46
Compartimento de café	402	0,365	2,4	0,88
Xícara	1130	1,24	2,4	2,98
Total	6218	5,86	-	14,08

- Custo dos componentes externos:

Cada unidade da *Pingus* exigirá a utilização dos seguintes componentes externos:

- Plug da tomada;
- Fio de Níquel Cromo
- Cabo elétrico;
- Isolante térmico (isopor tipo F);
- Borracha;
- Elemento adesivo;
- Led;
- Termostato bimetálico;
- Botão liga/desliga.

Analisando os preços praticados pelos fornecedores e as necessidades de cada unidade do produto, temos:

Tabela 43 - Custos dos componentes externos

Componente	Preço praticado pelo fornecedor	Preço por unidade	Necessidade do produto	Custo total
Plug	R\$ 4,43/u	R\$ 4,43/u	1	R\$ 4,43
Fio	R\$ 5,00/metro	R\$ 5,00/metro	2 metro	R\$ 10,00
Cabo elétrico	R\$ 79,90/100m	R\$ 0,799/metro	1,5 metros	R\$ 1,20
Isolante térmico	R\$ 100,00/m ³	R\$ 100,00/m ³	1,2E-3 m ³	R\$ 0,12
Borracha	R\$ 10,00/kg	R\$ 0,01/g	50g	R\$ 0,50
Adesivo	R\$ 8,90/25g	R\$ 0,356/g	6,84g	R\$ 2,44
Led	R\$ 35,00/ lote de 100	R\$ 0,35/u	1	R\$ 0,35
Termostato	R\$ 5,00/u	R\$ 22,00/u	2	R\$ 10,00
Botão	R\$ 2,85/u	R\$ 2,85/u	1	R\$ 2,85
Total	-	-	-	R\$ 31,89

OBS: no esforço de minimizar os custos, encontrou-se fornecedor (Nena Componentes) mais barato para o termostato bimetálico do que o apresentado anteriormente.

- Custo do tempo de uso de máquinas:

Para o cálculo do custo do tempo de uso das máquinas, serão considerados dois casos: o uso de um torno convencional e o uso de torno CNC. A seguir descrever-se-ão os tempos de máquina de cada componente do produto.

Tabela 44 - Tempo de uso de máquina

Componente	Máquina	Tempo (s)	Tempo (m)
Tampa	Torno convencional	120	2,00
Carcaça de armazenamento	Torno convencional	220	3,67
Carcaça externa	Torno convencional	150	2,50
Compartimento de café	Torno convencional	160	2,67
Xícara	Torno convencional	180	3,00
Alavanca	Torno convencional	70	1,17
	Fresadora	110	1,83
Rosca externa	Torno convencional	160	2,67

Considerando o uso de torno CNC temos os seguintes tempos:

Tabela 45 - Tempo de uso de máquina CNC

Componente	Máquina	Tempo (s)	Tempo (m)
Tampa	Torno CNC	30	0,5
Carcaça de armazenamento	Torno CNC	70	1,17
Carcaça externa	Torno CNC	40	0,67
Compartimento de café	Torno CNC	30	0,5
Xícara	Torno CNC	25	0,42
Alavanca	Torno CNC	45	0,75
Rosca externa	Torno CNC	20	0,33

Chega-se nas necessidades de tempo em cada máquina:

Tabela 46 - Necessidades de tempo de máquina

Máquina	Tempo total (m)
Torno convencional	17,68
Fresadora	1,83
Torno CNC	4,34

Considerando os custos de hora máquina de cada máquina, temos:

Tabela 47 - Custos de uso de máquina

Máquina	Custo por hora (R\$/h)	Custo por minuto (R\$/m)	Tempo de processamento (m)	Custo total (R\$)
Torno convencional	45,00	0,75	17,68	13,26
Torno CNC	55,00	0,92	4,34	3,99
Fresadora	70,00	1,17	1,83	2,14

- Custo de mão de obra direta:

Para o custo de mão de obra devemos considerar a mão de obra envolvida na produção e montagem, além do empacotamento e supervisão. Deve-se levar em

consideração também o tempo de setup de cada peça. Quanto aos custos de produção e montagem, temos para cada componente, utilizando torno convencional:

Tabela 48 - Custos de mão de obra de fabricação e montagem de componentes

Componente	Tempo de produção (m/u)	Tempo de Montagem (m/u)	Custo Mão de Obra (R\$/h)	Custo da MO do componente (R\$/u)
Tampa	2,00	2,00	14,00	0,93
Carcaça de armazenamento	3,67	0,50	14,00	0,97
Carcaça externa	2,50	2,00	14,00	1,05
Compartimento de café	2,67	0,50	14,00	0,74
Xícara	3,00	2,00	14,00	1,17
Alavanca	3,00	0,50	14,00	0,82
Rosca externa	2,67	2,00	14,00	1,09
Total	19,51	9,50	-	6,77

O uso de um torno CNC requer uma mão de obra com maior capacitação e os custos decorrentes estão na tabela 49 (notar que os tempos de montagem não se alteram):

Tabela 49 - Custos de mão de obra de fabricação e montagem de componentes (CNC)

Componente	Tempo de produção (m/u)	Tempo de Montagem (m/u)	Custo Mão de Obra (R\$/h)	Custo da MO do componente (R\$/u)
Tampa	0,5	2,00	22,50	0,93
Carcaça de armazenamento	1,17	0,50	22,50	0,63
Carcaça externa	0,67	2,00	22,50	1,00
Compartimento de café	0,50	0,50	22,50	0,38
Xícara	0,42	2,00	22,50	0,91
Alavanca	0,75	0,50	22,50	0,49
Rosca externa	0,33	2,00	22,50	0,87
Total	4,34	9,50	-	5,21

Para o cálculo do custo unitário de supervisão, Considera-se que um supervisor possa supervisionar até 20 operadores.

Tabela 50 - Custos de supervisão

Componente	Tempo de produção e montagem(m/u)	Unidades supervisionadas simultaneamente	Custo Mão de Obra (R\$/h)	Custo da MO do componente (R\$/u)
Tampa	4,00	20	20,00	0,06
Carcaça de armazenamento	4,17	20	20,00	0,07
Carcaça externa	4,50	20	20,00	0,08
Compartimento de café	3,17	20	20,00	0,05
Xícara	5,00	20	20,00	0,08
Alavanca	3,50	20	20,00	0,06
Rosca externa	4,67	20	20,00	0,08
Total	29,01	-	-	0,48

Já quanto ao tempo de setup temos:

Tabela 51 - Custos decorrentes do tempo de setup

Componente	Tempo de setup (m)	Unidades produzidas em um dia (u/dia)	Tempo de setup unitário (m/u)	Custo Mão de Obra (R\$/h)	Custo da MO devido ao tempo de setup (R\$/u)
Tampa	30	225	0,13	14,00	0,03
Carcaça de armazenamento	30	122	0,25	14,00	0,06
Carcaça externa	30	180	0,17	14,00	0,04
Compartimento de café	30	169	0,18	14,00	0,04
Xícara	30	150	0,20	14,00	0,05
Alavanca	30	150	0,20	14,00	0,05
Rosca externa	30	169	0,18	14,00	0,04
Total	-	-	-	-	0,31

Deve ser considerado também o tempo de transporte até o setor de montagem final e a montagem final de cada unidade. Como o transporte é feito por lote de 20 peças, deve-se dividir esse valor entre 20 unidades. Na tabela 52 explicitar-se-ão os custos ligados à montagem final:

Tabela 52 - Custos decorrentes de transporte entre setores e montagem final

Operação	Tempo (m)	Tempo por unidade (m/u)	Custo Mão de Obra (R\$/h)	Custo total (R\$/u)	
Transporte	Tampa	,83	0,04	10,00	-
	Carcaça de armazenamento	1	0,05	10,00	-
	Carcaça externa	1	0,05	10,00	-
	Compartimento de café	1	0,05	10,00	-
	Xícara	1	0,05	10,00	-
	Alavanca	1	0,05	10,00	-
	Rosca externa	1	0,05	10,00	-
	Total	6,83	0,34	10,00	0,06
Montagem final	Enrolar a resistência	2	2	14,00	-
	Montar o Circuito	3	3	14,00	-
	Montar o Circuito de Aviso	2	2	14,00	-
	Montar a Alavanca	1	1	14,00	-
	Montar Isolamento Térmico	2	2	14,00	-
	Posicionar Carcaça e Rosca Externa	0,75	0,75	14,00	-
	Posicionar Compartimento de Café, Xícara e Tampa.	1,5	1,5	14,00	-
	Total	12,25	12,25	14,00	2,86
Total	-	-	-	2,92	

Os custos totais de mão de obra por unidade são:

Tabela 53 - Resumo dos custos de mão de obra

Mão de Obra	Custo (Torno)	Custo (CNC)
Produção	6,77	5,21
Montagem final	2,86	2,86
Transporte	0,06	0,06
Supervisão	0,48	0,48
Tempo de Setup	0,31	0,31
Total	10,48	8,92

- Embalagem: Para calcular o custo da embalagem (descrita anteriormente) considera-se o custo da matéria prima e os custos decorrentes do uso na mão de obra para embalagem dos produtos. Considera-se que cada funcionário demore 1 minuto para embalar uma unidade. Temos então os seguintes custos:

Tabela 54 - Custo de Embalagem

Custo	Valor
Matéria Prima	8,84
Mão de Obra	0,23
Total	9,07

- Total: A seguir são apresentados os custos totais por unidade produzida considerando o uso de torno convencional e de torno CNC:

Tabela 55 - Resumo dos custos totais

Custo	Torno Convencional	Torno CNC
Matéria Prima	14,08	14,08
Componentes Externos	31,89	31,89
Uso de Máquinas	15,40	3,99
Mão de Obra	10,48	8,92
Embalagem	9,07	9,07
Total	R\$ 80,92	R\$ 67,95

Os custos totais podem ser resumidos através do seguinte gráfico:

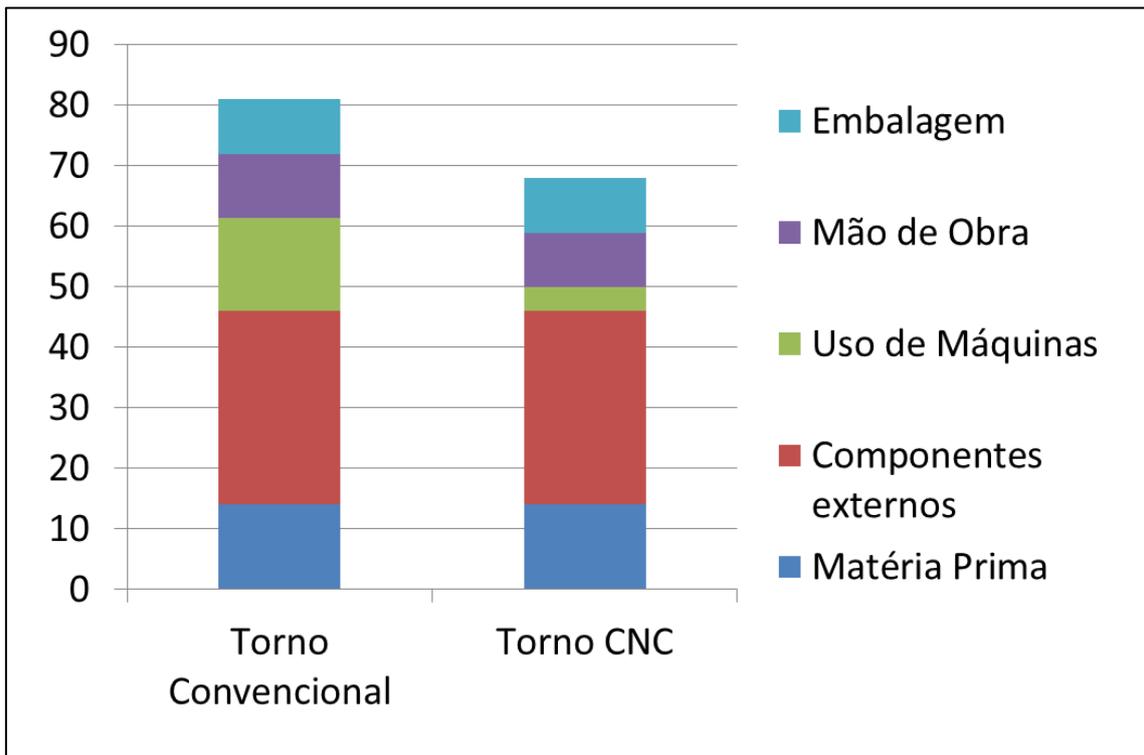


Figura 77 - Gráfico dos custos

Formação do preço

Conhecendo a estrutura de custos detalhada no item anterior, é possível determinar o preço de mercado. Para isso, leva-se em consideração, além dos custos, a margem da fábrica, a margem do varejo e os tributos aplicáveis.

- Margem da fábrica: a margem da fábrica será aquela condizente com o mercado de eletrodomésticos, 14% (valor fornecido pela disciplina).
- Tributos associados à produção: Incidem sobre os custos totais o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), cuja taxa é de 12% (referente a aparelhos eletrotérmicos para preparação de café ou chá).
- Margem do varejo: a margem do varejo será considerada para duas alternativas, a venda no varejo convencional (Lojas Americanas), cuja margem é de 30,8% e a venda no varejo pela internet (B2W), cuja margem é 27,2%.
- Tributos associados ao pós-produção: Incide sobre os custos do varejo (preço da fábrica) o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, com alíquota de 18% para transporte interno dentro do estado de São Paulo.
- Preço Final: Temos então a seguinte formação de preços:

- Com torno CNC e venda por varejo convencional

Tabela 56 - Formação de preço CNC e varejo convencional

Custos de Fabricação	R\$ 67,95
Margem da Fábrica (porcentagem)	14%
Margem da Fábrica (valor)	R\$ 9,51
IPI (alíquota)	12%
IPI (valor)	R\$ 8,15
Preço da fábrica para o varejo	R\$ 85,61
Margem do varejo (porcentagem)	30,8%
Margem do varejo (valor)	R\$ 26,37
ICMS (alíquota)	18%
ICMS (valor)	R\$ 15,41
Preço do varejo para o consumidor	R\$ 127,39

- Com torno convencional e venda por varejo convencional

Tabela 57 - Formação de preço torno e varejo convencional

Custos de Fabricação	R\$ 80,92
Margem da Fábrica (porcentagem)	14%
Margem da Fábrica (valor)	R\$ 11,33
IPI (alíquota)	12%
IPI (valor)	R\$ 9,71
Preço da fábrica para o varejo	R\$ 101,96
Margem do varejo (porcentagem)	30,8%
Margem do varejo (valor)	R\$ 31,40
ICMS (alíquota)	18%
ICMS (valor)	R\$ 18,35
Preço do varejo para o consumidor	R\$ 151,71

- Com torno CNC e venda por varejo por internet

Tabela 58 - Formação de preço CNC e internet

Custos de Fabricação	R\$ 67,95
Margem da Fábrica (porcentagem)	14%
Margem da Fábrica (valor)	R\$ 9,51
IPI (alíquota)	12%
IPI (valor)	R\$ 8,15
Preço da fábrica para o varejo	R\$ 85,61
Margem do varejo (porcentagem)	27,2%
Margem do varejo (valor)	R\$ 23,29
ICMS (alíquota)	18%
ICMS (valor)	R\$ 15,41
Preço do varejo para o consumidor	R\$ 124,31

- Com torno convencional e venda por varejo por internet

Tabela 59 - Formação de preço torno e internet

Custos de Fabricação	R\$ 80,92
Margem da Fábrica (porcentagem)	14%
Margem da Fábrica (valor)	R\$ 11,33
IPI (alíquota)	12%
IPI (valor)	R\$ 9,71
Preço da fábrica para o varejo	R\$ 101,96
Margem do varejo (porcentagem)	27,2%
Margem do varejo (valor)	R\$ 27,73
ICMS (alíquota)	18%
ICMS (valor)	R\$ 18,35
Preço do varejo para o consumidor	R\$ 148,04

Os preços e seus elementos formadores estão resumidos no gráfico a seguir:

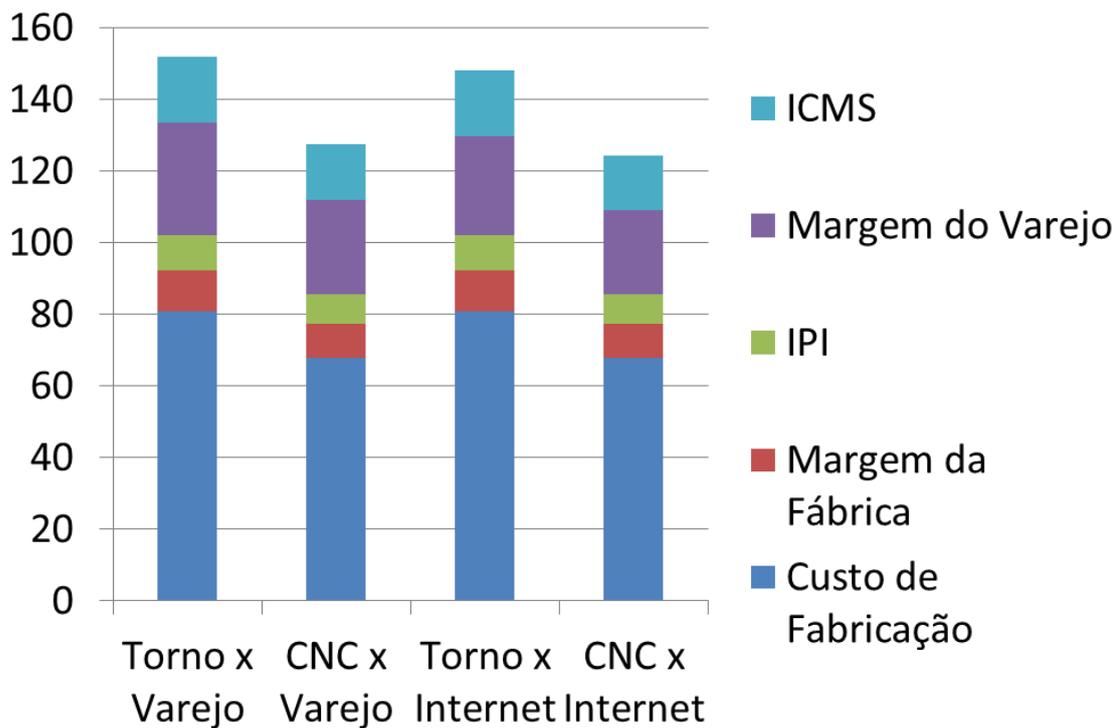


Figura 78 - Gráfico preços

Em resumo:

Tabela 60 - resumo dos preços

Máquina/Canal	Varejo	Internet
Torno convencional	151,71	148,04
Torno CNC	127,39	124,31

Análise de viabilidade

Tendo determinado o preço do produto, compará-lo-emos com o valor mercadológico determinado através de pesquisas (entre 50 e 100) e da realização da escala vertical (R\$ 267,73 \mp 48,65) a fim de verificar sua viabilidade ou, se necessário, pontos a serem trabalhados para garantir essa viabilidade.

Conforme foi discutido anteriormente, o valor mercadológico obtido nas pesquisas iniciais pode refletir um não entendimento das funcionalidades do produto por parte dos respondentes. Dessa forma, basear-se-á na escala vertical.

Percebe-se que o valor mercadológico está bem acima dos preços apresentados anteriormente. Isso faz com que se tenha flexibilidade para tomada de decisões referentes a aumento do preço devido a aumento da margem da fábrica/varejo, busca por materiais de alto desempenho, aumento do número de funcionalidades etc. O aumento do preço pode ser interessante a fim de diminuir o período necessário para que sejam compensados os custos provenientes da fase de projeto e da infraestrutura de produção (não considerados na análise feita anteriormente, pois fogem do escopo do projeto). Além disso, conclui-se, portanto, que o projeto é viável do ponto de vista econômico.

Conclusões

- Torno convencional X Torno CNC

Conforme se pode perceber, a utilização de um torno CNC resultou em custos mais baixos e conseqüentemente um preço menor, é possível aumentar o preço para se igualar ao preço obtido na situação em que se usa um torno convencional a fim de compensar os maiores gastos com máquinas.

A decisão final entre as duas tecnologias não é simplesmente função da formação de preços apresentada. Outros pontos importantes pesam nessa decisão, como disponibilidade de recursos para investir nas máquinas, necessidades de qualidade mínima, disponibilidade de mão de obra capacitada ou de treinamento na tecnologia escolhida, entre outros.

- Varejo X internet

Percebe-se que a venda pela internet possibilita preços um pouco menores devido à redução da margem do varejo. Entretanto, a proximidade dos preços encontrados sugere a possibilidade de praticar o mesmo preço para a distribuição nos dois canais (possivelmente através de um aumento na margem da fábrica). A venda combinada em dois canais possibilita atingir um público maior, não só criando um potencial maior para o aumento da demanda como também auxiliando na viabilização do atendimento da demanda existente.

Conclusões gerais

O primeiro ponto a ser considerado é que o produto desenvolvido conseguiu atender as especificações que foram levantadas com o auxílio das técnicas do Levantamento da Voz do Cliente e do QFD, no entanto, é importante ressaltar que um produto sempre pode ser melhorado e a *Pingus I* não foge a regra.

Um segundo ponto de grande importância é de que pode-se perceber a necessidade de planejar o produto de maneira adequada, principalmente nas etapas iniciais de desenvolvimento, pois os custos de mudanças são bastante altos, podendo até inviabilizar o projeto. Esse ponto é de grande importância para o projeto que foi desenvolvido, devido a alterações que tiveram de ser feitas, principalmente o fato de se abandonar o uso da pressão da água para substituir o uso de bombas, devido ao fato de o uso dessa solução provou-se inviável, conforme é demonstrado neste relatório.

Um outro ponto que provou-se extremamente crítico é o conhecimento de processos de fabricação e de materiais e suas propriedades e de tecnologias disponíveis, pois sem esse conhecimento o desenvolvimento do produto é bastante prejudicado, uma vez que a factibilidade e manufaturabilidade é dependente desse conhecimento já que é vital que a equipe de projetos tenham esse conhecimento para avaliar a possibilidade de sucesso ou não do projeto ou então buscar criar novas soluções. Esse ponto revelou-se de grande importância para o desenvolvimento da *Pingus I* em todas as etapas de seu desenvolvimento, principalmente na fase de construção do protótipo, uma vez que houveram uma miríade de modificações na fabricação deste devido a problemas associados aos materiais escolhidos e às ferramentas disponíveis (que eram escassas ou então não tinham possibilidade para o uso) para que se efetuasse a construção do protótipo, o que exigiu improvisos e surgimento de alternativas que foram formuladas de última hora, mas provaram-se eficientes.

Os custos que compõem o produto deste os componentes estruturais até a embalagem, poderiam ter sido melhor avaliados com a busca de uma miríade de fornecedores, visando fazer uma comparação entre as diversas opções de fornecimento de materiais o que resultaria em um custo mais baixo do que foi apresentado. Outro ponto sobre custos é que no caso de uma empresa real, deve-se considerar também os custos que estão associados à equipe de desenvolvimento, ou seja, desde os salários dos projetos até a manutenção ou disponibilização de recursos para os projetistas, para que se pudesse determinar o preço de etiqueta e verificar a viabilidade do produto.

Tabela 61: Pontos positivos e negativos

Pontos positivos	Pontos negativos
Importância de conhecer processos de montagem/fabricação e propriedades dos materiais	Falta de recursos para fabricação/elaboração dos protótipos e dos desenhos
Utilização de técnicas para levantamento de dados, especificações técnicas e geração de alternativas de solução (exemplo: QFD, TRIZ)	Pouca ênfase na parte de análise da viabilidade econômica do produto
Vivência dos processos e dificuldades envolvidos no desenvolvimento dos produtos	Pouca experiência do grupo na montagem de circuitos elétricos
Importância de se planejar folgas para imprevistos e alterações	Dificuldade em encontrar os materiais, gerando problemas na fabricação dos protótipos
Explorar diversas alternativas de solução para o problema, caso a principal mostre-se inviável	Tempo para realizar as atividades

Bibliografia

BOOTHROYD, GEOFFREY ET AL, Product Design for Manufacture and Assembly, ed. Marcel Dekker, 1994.

BOUER, G. Notas de Aula de PRO2713 Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2013.

BRASIL. ABNT NBR 5426. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1985. Versão Corrigida 1989.

Brasil. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999. Disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.

Brasil. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 20, de 22 de março de 2007. Regulamento técnico sobre disposições para embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos.

CALLISTER, William. *Materials Science and Engineering - An Introduction.* [S.l.]: John Wiley & Sons, INC, 2003.

CARVALHO, M. M. de et al. Gestão da Qualidade, São Paulo, 2007.

CARVALHO, MARCO e BACK, NELSON; “Uso dos Conceitos Fundamentais da TRIZ e do Método dos Princípios Inventivos no Desenvolvimento de Produtos”, 2001, apresentado no 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto;

Eduardo Luis Schneider1

FLEURY, A.; Template para QFD

FLEURY, ANDRÉ, “Notas de aula PRO 2713”, 2013.

GILBERTH, F., GILBERTH E. C. *Cheaper By the Dozen.* New York: HarperCollins. 1948.

GOMES FILHO, JOÃO, Ergonomia do Objeto: Sistema Técnico de Leitura Ergonômica, 2ª Edição, Editora Escrituras, 2010.

GRANDJEAN, ETIENNE, Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem, 4ª Edição, Editora Bookman, 1998.

GRIFFITHS, D. *Introduction to Electrodynamics.* 3rd edition ed. Upper Saddle River, New Jersey: [Prentice Hall](#), 1999.

GWizard E

[HALLIDAY, D.;](#) [RESNICK, R.;](#) [WALKER, J.](#) *Fundamentals of Physics* (5ª ed.). John Wiley and Sons, 1997.

<http://casa.hsw.uol.com.br/maquina-de-cafe-expresso2.htm> acessado às 19h19min de 13/05/2013

http://economia.uol.com.br/album/110527_cafe_da_manha_album.htm#fotoNav=1

acessado em 06/04/2013 as 16h54min.

<http://economia.uol.com.br/cotacoes/> acessado no dia 25/04/2013 às 11h 10min

<http://edufer.free.fr/026.html> acessado às 19:52 de 11/05/2013

<http://en.wikipedia.org/wiki/Espresso><http://en.wikipedia.org/wiki/Espresso> acessado às 19h11min de 13/05/2013

<http://forum.cifraclub.com.br/forum/11/188979/> acessado em 06/04/2013 as 15h00min.

<http://porquecafe.com.br/o-cafe-a-europa-e-a-revolucao-industrial.html> acessado em 07/04/2013 as 20h11min.

<http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior> acessado em 07/04/2013 as 20h21min.

<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/butyl-rubber-sheet-550103905.html> acessado dia 26/05/13 às 15h 15 min.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9> acessado em 06/04/2013 as 16h20min.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9_expresso acessado às 19h16min de 13/05/2013

<http://saude.terra.com.br/nutricao/caf%C3%A9-e-o-alimento-mais-consumido-pelos-brasileiros-diz-ibge,6078468614f27310VgnCLD100000bbcceb0aRCRD.html> acessado em 06/04/2013 as 14h40min.

http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/AplicacoesIndustriais/Home/Produtos/Solucoes/SolFiltrMercIndustriais/Adesivos/AdesivosLiquidos/ acessado dia 26/05/13 às 16h 24 min.

<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=1> acessado em 06/04/2013 as 16h03min.

<http://www.autolarcomercial.com/index.php> acessado dia 26/05/13 às 15h 00 min.

<http://www.blucolor.com.br/produto/015186/plug-tomada-ac-fame-2pt-macho-180-20a-preto> acessado dia 26/05/13 às 15h 35 min.

<http://www.bluker.com/lurce.html> acessado em 06/04/2013 as 15h20min.

<http://www.cnccookbook.com/CCCNCGCodeCourse.htm> acessado dia 05/06/13 às 18h 00 min.

<http://www.comgas.com.br/> acessado no dia 27/4/2012 às 10h15m

<http://www.cromatek.com.br/site/index.php/produtos/ledconvencional/11x41> acessado dia 26/05/13 às 14h 10 min.

<http://www.faiscas.net/torno.pdf> acessado dia 05/06/13 às 21h 00 min.

<http://www.farnellnewark.com.br/default.aspx> acessado dia 26/05/13 às 17h 20 min.

<http://www.handpresso.com> acessado no dia 25/04/2013 às 11h 00min

<http://www.handpresso.com> acessado no dia 25/04/2013 às 9h 30min

<http://www.incomplast.com.br/materiais/polipro.htm> acessado em 15/05 as 20:05

<http://www.mexidodeideias.com.br/index.php/mundo-do-caffe/tipos-de-caffe-arabica-e-robusta/> acessado em 07/04/2013 as 19h44min.

<http://www.nespresso.com> acessado no dia 25/04/2013 às 9h 40min

http://www.nexusglazing.com/aisi_316_properties.php acessado em 15/05 às 21h20min

<http://www.plastecno.com.br/usinagem-de-plasticos.php> acessado dia 05/06/13 às 20h 00 min.

<http://www.psgembalagens.com.br/produtos/> acessado às 20:16 de 11/05/2013

http://www.psgembalagens.com.br/produtos/0,5171_resistencia-niquel-cromo-fio-redondo-0-511mm-espessura acessado dia 26/05/13 às 15h 20 min.

<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/09.pdf> acessado em 07/04/2013 as 20h33min.

<http://www.sil.com.br/produtos/cabos-flex%C3%ADveis/cabo-silflex-pp-750-v.aspx> acessado dia 26/05/13 às 15h 45 min.

http://www.soisopor.com.br/prod_detalhes.asp?produto_ID=1427&folder_ID=14&subFolder=3 acessado dia 26/05/13 às 16h 00 min.

<http://www.submarino.com.br> acessado no dia 25/4/2012 às 10h26m

<http://www.tecmundo.com.br/bateria/38003-super-bateria-de-grafeno-e-descoberta-acidentalmente-video-.htm> acessado no dia 27/4/2012 às 10h00m

<http://www.universitario.com.br/noticias/n.php?i=11062> acessado em 06/04/2013 as 15h32min.

<http://www.yankodesign.com/2013/01/31/home-made-espresso-cup/> acessado no dia 25/04/2013 às 10h 00min

<https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica> acessado no dia 27/4/2012 às 10h30m

KEENAN, J. H. et al. *Steam Tables*. Nova York: Wiley, 1969;

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G.; *Princípios de Marketing*. Prentice Hall, 2008;

KRESGE, E. N.; SHCATZ, R. H.; WANG, H. C. *Isobutylene polymers. Encyclopedia of polymer science and engineering*. Volume 8, 2 ed; John Wiley and Sons. Inc, 1987.

LOPES, LUIZ EDUARDO, Notas de Aula, PMR2202, 2011.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. Rio de Janeiro, LTC Editora, 2004.

NAGDI, K. *Manuale della Gomma*. Techniche Nuove, 1987.

PASCHOARELLI, LUIS ET. AL., Antropometria da Mão Humana: Influência do Gênero no Design Ergonômico de Instrumentos Manuais, apresentado na Revista Brasileira de Ergonomia, volume 5, número 2.

Pedro Barrinuevo Roes2

RAMOS, A. W. Controle da Qualidade – Notas de aula. São Paulo, EPUSP, 2008.

ROZENFELD, H. et. al., “Gestão de Desenvolvimento de Produtos”, Ed. Saraiva 1ª edição, 2006.

SONNTAG, O. *Fundamentals of Thermodynamics*. 7ed. Wiley, 2009

SPEIGHT, J. G.; LANGE, N. A. *Lange’s handbook of chemistryI*. McGraw-Hill, 2005.

VAN WYLEN, G. J.; SOONTAG, R. E. *Fundamentals of Classical Thermodynamics*. Nova York: Wyley, 1973.

Wilson Kindlein Júnior3

ZANCUL, E.; “Notas de Aula de PRO2715”; 2013.

ZARIFIAN, P.; Valor, Organização e Competência na Produção de Serviço; Seminário apresentado em São Paulo, 03/12/1999.

Além disso foram utilizados os softwares/aplicações:

Software livre SketchUp 8

NX5®

Microsoft Excel

Microsoft One Note

Cncsimulator PRO versão 1.0.6.6

Anexos

Anexo 1

Esse anexo tem como objetivo demonstrar que é inviável a execução de café *espresso* com pressão acima de 9 bar apenas com a pressão de vapor da própria água e respeitando a restrição de temperatura entre 90°C e 110°C.

Esse problema considera que o recipiente tem volume constante, e que a massa de água também é constante, condição em que o volume específico, definido como a razão entre as duas grandezas anteriores, também é constante. Nessas condições, se tomarmos o gráfico que relaciona a temperatura da água com seu volume específico, tem-se que a transformação só pode ocorrer em uma reta vertical. Estando na região do gráfico de transição de fases, o fornecimento de calor fará com que se chegue à linha isobárica de 9 bar. No entanto, dentro da curva em forma de sino onde ocorre a transição de estado, temperatura e pressão variam da mesma forma, sendo interdependentes. Dessa maneira, a temperatura está univocamente determinada, com valor tabelado de aproximadamente 175°C. Como este valor está muito acima do limite superior de 110°C, concluímos que esta solução não atende as restrições propostas.

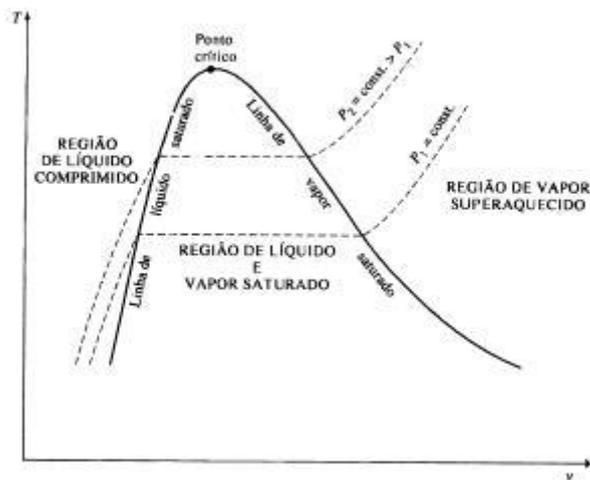
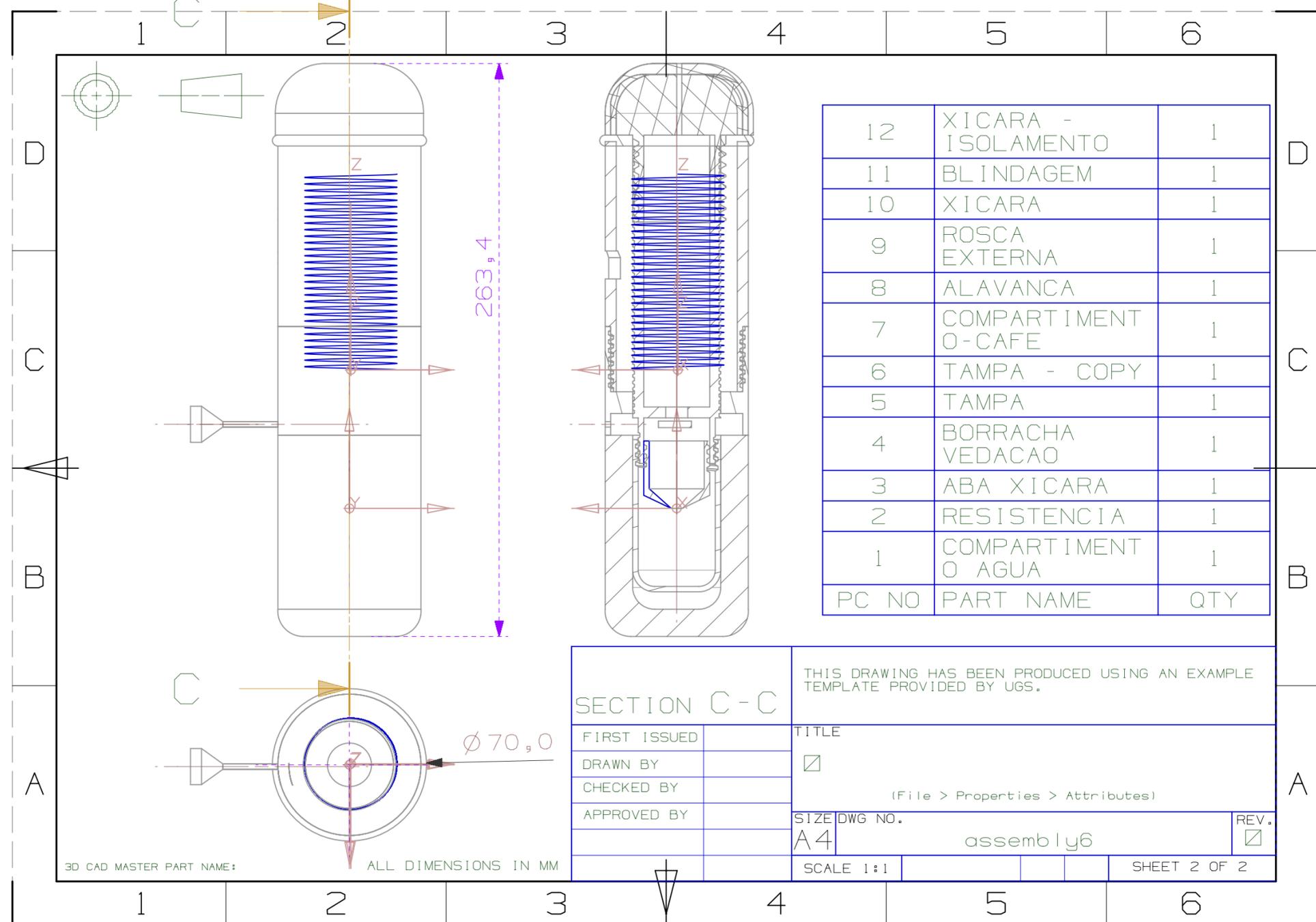


Gráfico 28: Temperatura X Volume Específico



12	XICARA - ISOLAMENTO	1
11	BLINDAGEM	1
10	XICARA	1
9	ROSCA EXTERNA	1
8	ALAVANCA	1
7	COMPARTIMENT O-CAFE	1
6	TAMPA - COPY	1
5	TAMPA	1
4	BORRACHA VEDACAO	1
3	ABA XICARA	1
2	RESISTENCIA	1
1	COMPARTIMENT O AGUA	1
PC NO	PART NAME	QTY

SECTION C - C

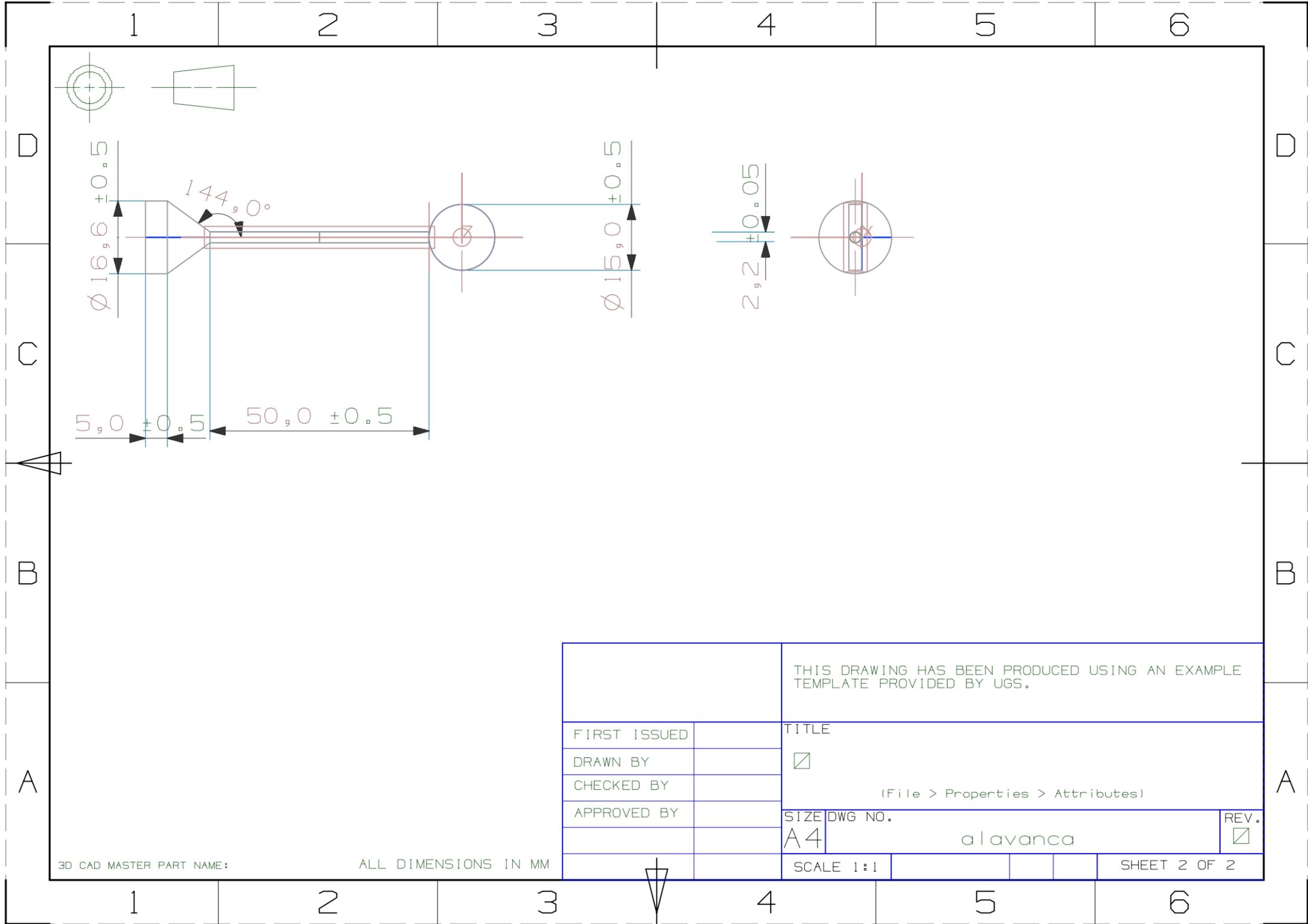
FIRST ISSUED	
DRAWN BY	
CHECKED BY	
APPROVED BY	

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.

TITLE	
(File > Properties > Attributes)	

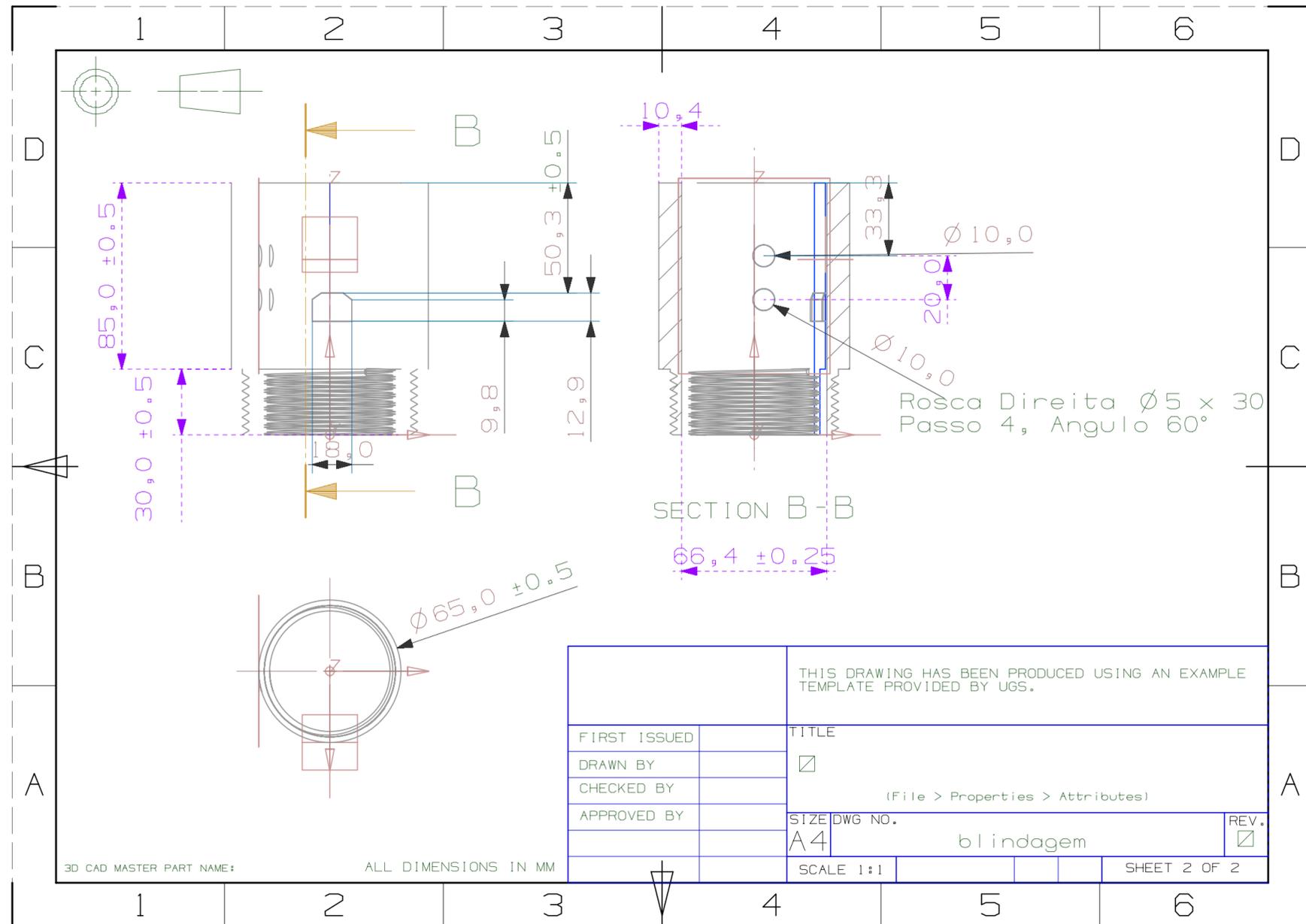
SIZE	DWG NO.	REV.
A4	assembly6	<input checked="" type="checkbox"/>

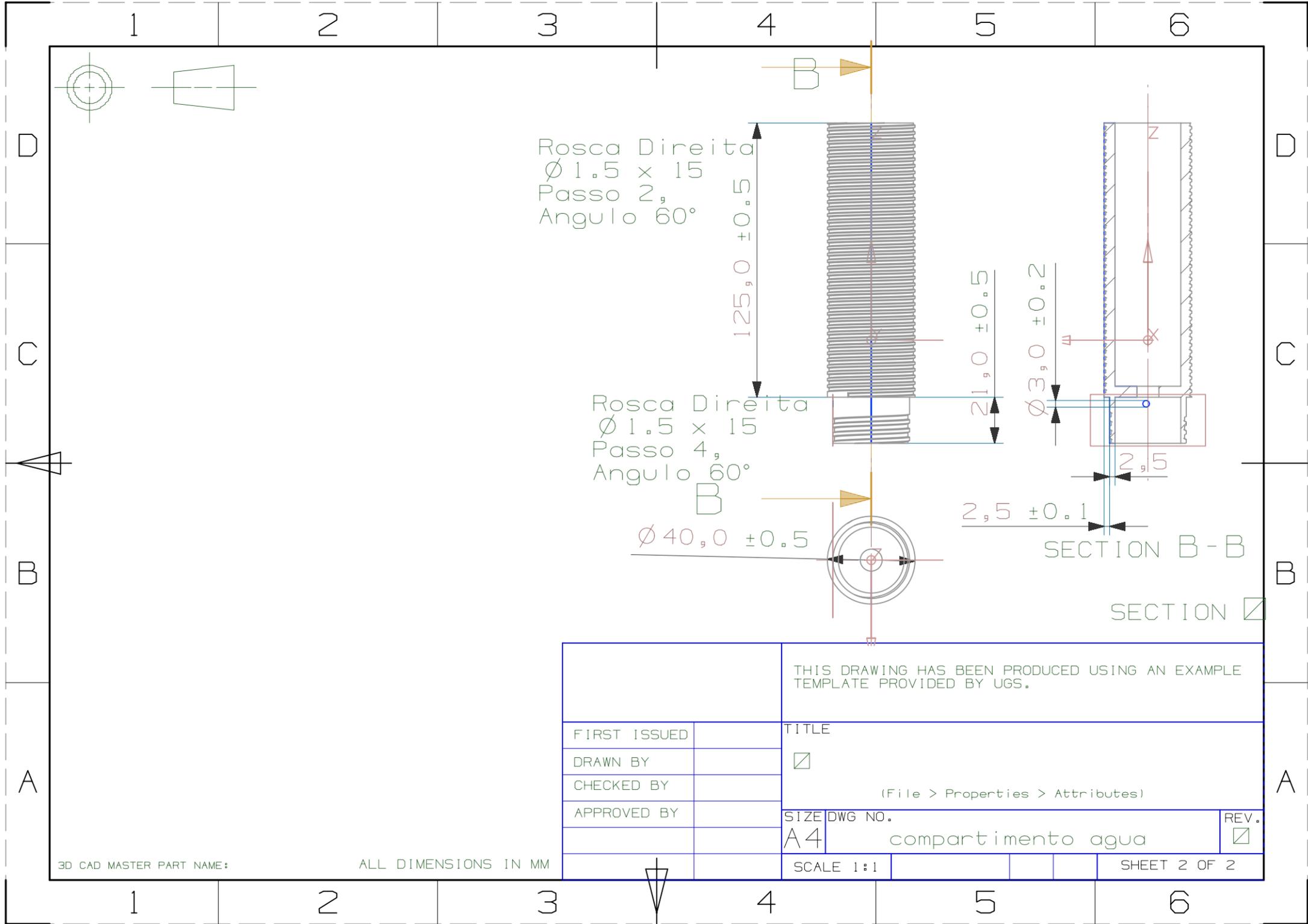
3D CAD MASTER PART NAME: ALL DIMENSIONS IN MM



		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.	
FIRST ISSUED		TITLE	
DRAWN BY		☐	
CHECKED BY		(File > Properties > Attributes)	
APPROVED BY		SIZE	DWG NO.
		A4	alavanca
		SCALE 1:1	REV. ☐
3D CAD MASTER PART NAME:		SHEET 2 OF 2	

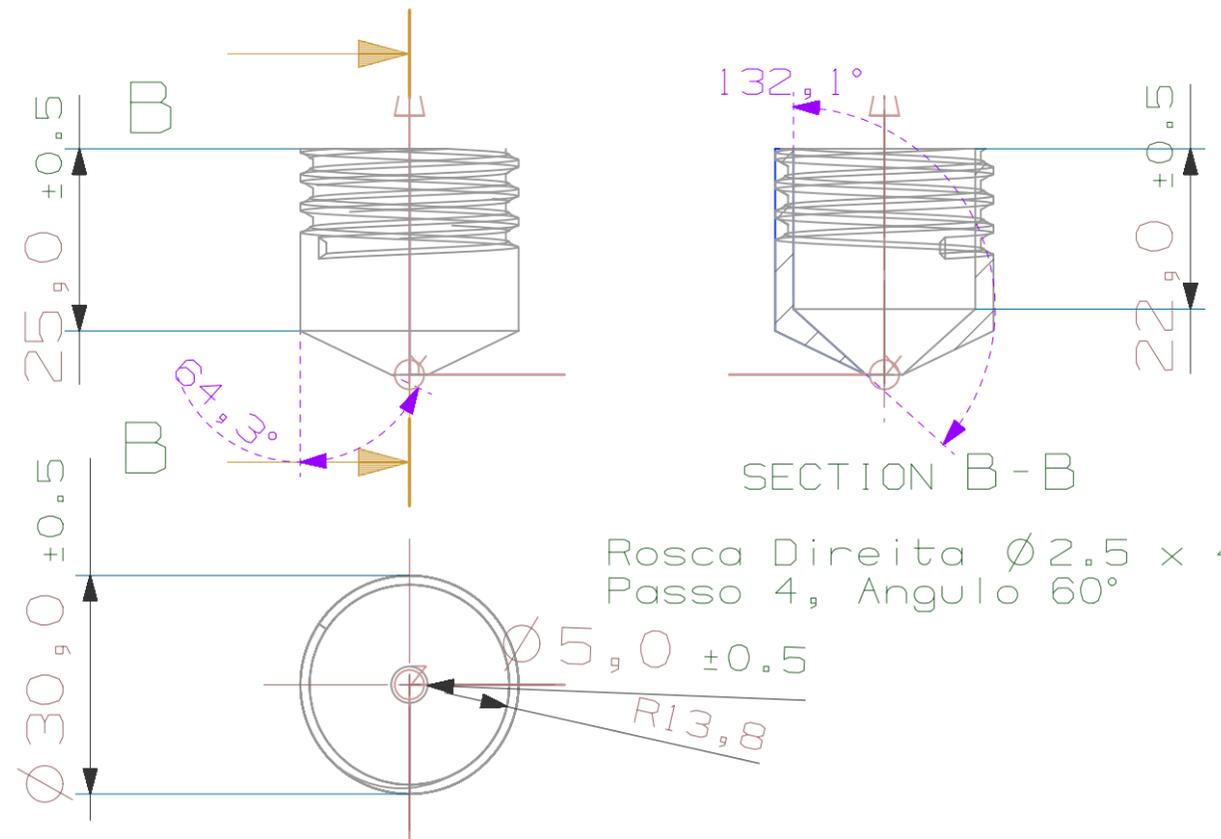
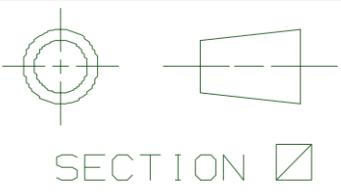
3D CAD MASTER PART NAME: ALL DIMENSIONS IN MM





		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.	
FIRST ISSUED		TITLE	
DRAWN BY		☐	
CHECKED BY		(File > Properties > Attributes)	
APPROVED BY		SIZE DWG NO.	REV.
		A4	compartmento agua ☐
3D CAD MASTER PART NAME:		SCALE 1:1	SHEET 2 OF 2

3D CAD MASTER PART NAME: ALL DIMENSIONS IN MM



THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.

FIRST ISSUED
DRAWN BY
CHECKED BY
APPROVED BY

TITLE

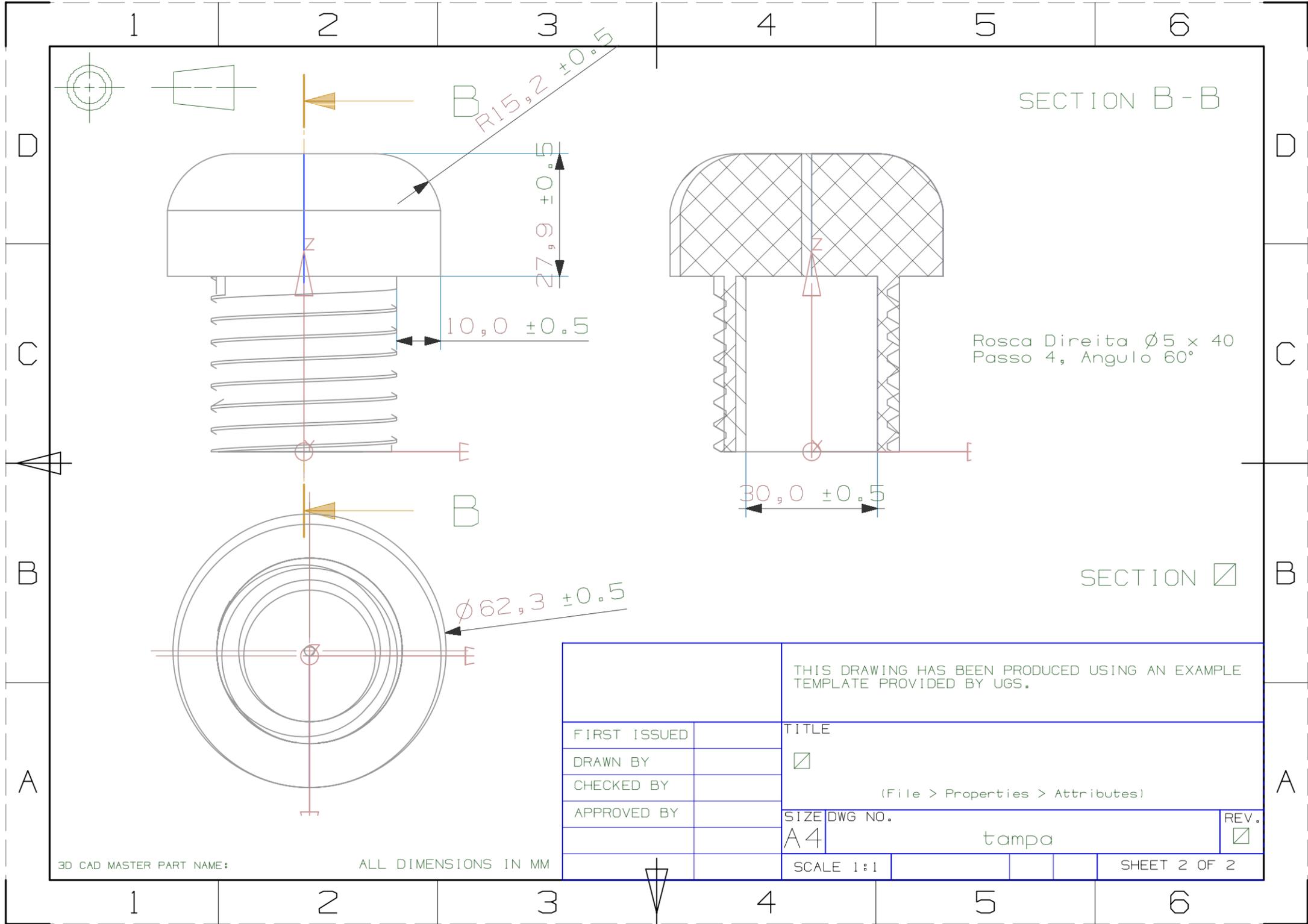
(File > Properties > Attributes)
SIZE DWG NO. REV.
A4 compartimento-cafe

3D CAD MASTER PART NAME:

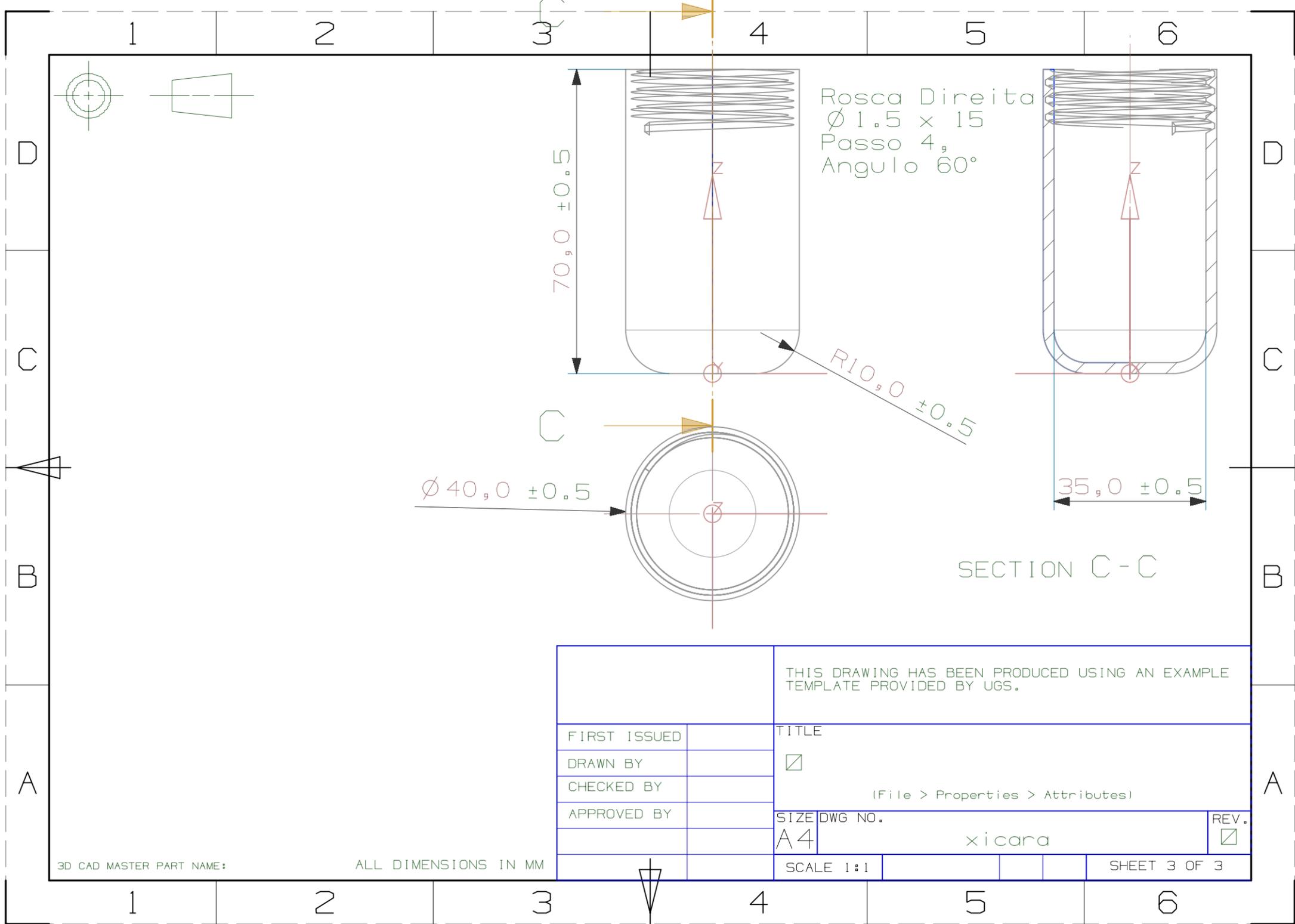
ALL DIMENSIONS IN MM

SCALE 1:1

SHEET 2 OF 2



		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.	
FIRST ISSUED		TITLE	
DRAWN BY		☐	
CHECKED BY		(File > Properties > Attributes)	
APPROVED BY		SIZE DWG NO.	REV.
		A4	tampa ☐
		SCALE 1:1	SHEET 2 OF 2



Rosca Direita
 Ø 1.5 x 15
 Passo 4,
 Angulo 60°

Ø 40,0 ± 0.5

70,0 ± 0.5

R10,0 ± 0.5

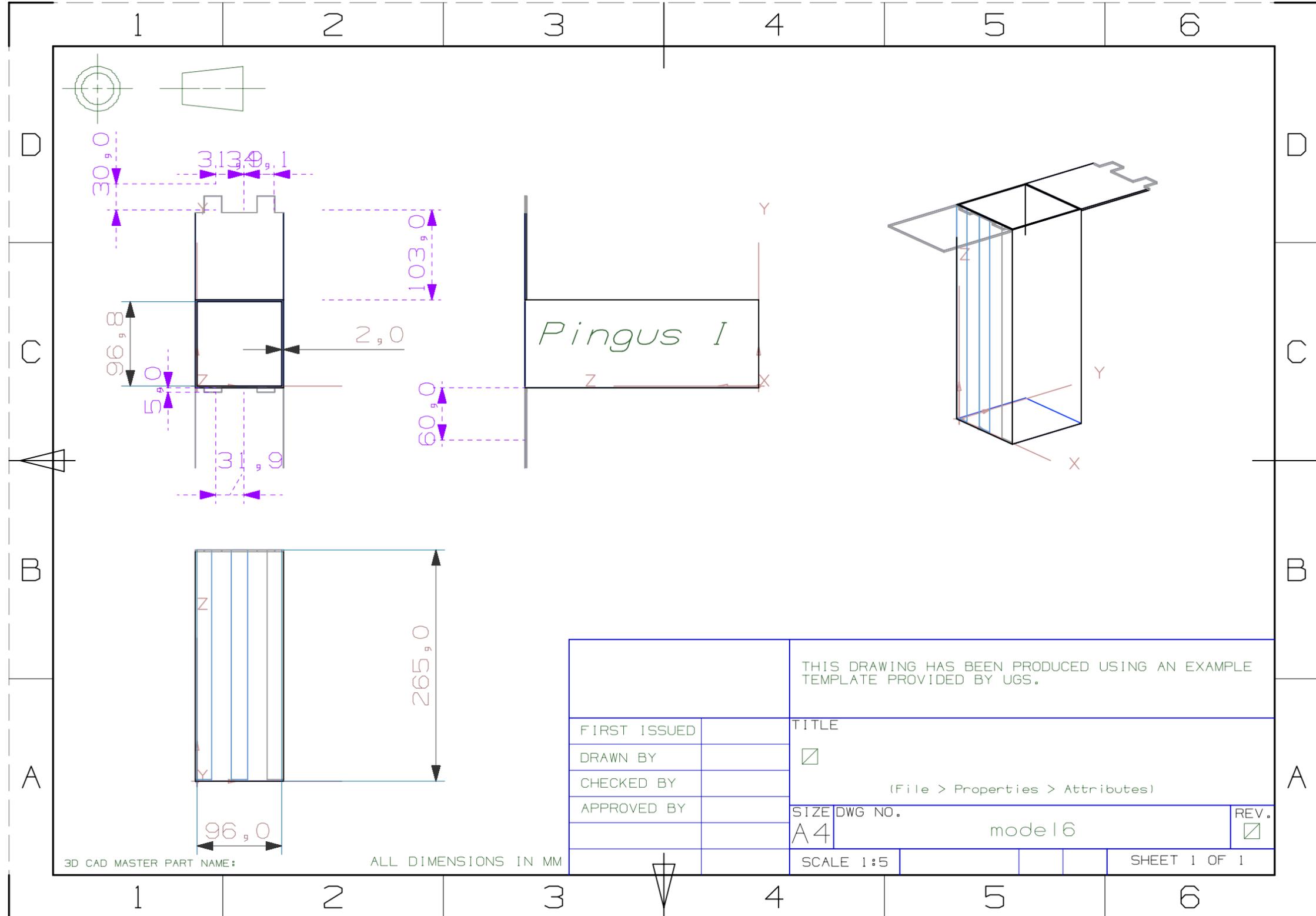
35,0 ± 0.5

SECTION C-C

		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY		☐		
CHECKED BY		(File > Properties > Attributes)		
APPROVED BY		SIZE	DWG NO.	REV.
		A4	xicara	☐
3D CAD MASTER PART NAME:		SCALE 1:1		SHEET 3 OF 3

ALL DIMENSIONS IN MM

3D CAD MASTER PART NAME:



Pingus I

3D CAD MASTER PART NAME: ALL DIMENSIONS IN MM

		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY UGS.	
FIRST ISSUED		TITLE	
DRAWN BY		☑	
CHECKED BY		(File > Properties > Attributes)	
APPROVED BY		SIZE DWG NO.	REV.
		A4	model6 ☑
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1

