



Escola Politécnica da USP

Departamento de Engenharia de Produção

PRO2715 – Projeto do Produto e Processo

Prof. Dr. Clovis Alvarenga Netto

Relatório Final – LUZINA



Turma 01:

NUSP:

Davi Choi (davichoi@hotmail.com)	6482232
Julio Yaedu Okamoto (julio.okamoto@gmail.com)	6481993
Luciano de Freitas Pereira (luciano.mfrp@gmail.com)	6484526
Luis Henrique Ribeiro Linhares (lhrilha@hotmail.com)	6482458
Renato Canhizares Talalas (renato.ct@gmail.com)	6480755

São Paulo

2011

SUMÁRIO

1	Motivação	1
1.1.1	Tecnologia Assisitiva	1
1.1.2	Motivação.....	2
1.2	Resumo Executivo	4
2	Necessidade dos usuários.....	8
2.1	Brainstorm.....	8
2.2	Trabalho em campo	8
2.2.1	Não detectar buzinas	12
	Definida a função global.....	13
2.3	Requisitos dos Usuários	14
2.4	Requisitos do Produto	16
2.5	QFD	17
2.6	Componentes do produto.....	17
2.6.1	Diagrama Fast	20
4	Estudo de Aproveitamento Técnico.....	22
4.1.1	Forma/Matérias primas	22
4.1.2	Tecnologia Eletrônica	24
4.1.3	Função similar.....	24
5	Arquitetura	27
5.1.1	Projeto do Soquete do Acendedor de Cigarro.....	28
5.1.2	Projeto do Circuito Eletrônico	30
6	Detalhamento do produto e o processo de Fabricação	34
7	Conjunto do Produto.....	35
8	Constituição do Produto.....	37
9	Plano Macro de Montagem	39
	Montagem geral	40
10	Desenhos de Execução	42
	< Internal undercuts often require internal core lifters which add to the tooling cost43	
	< Designing an opening in the side of a part can allow a side-core to form an internal undercut.....	43
	< Redesigning a part can remove an internal undercut.....	43
	< Minimize number of side-action directions.....	43

<	Additional side-action directions will limit the number of possible cavities in the mold	43
	Threads	43
<	If possible, features with external threads should be oriented perpendicular to the parting direction.....	43
<	Threaded features that are parallel to the parting direction will require an unscrewing device, which greatly adds to the tooling cost.....	43
	Retirado de:.....	43
	10.1.2.....	44
	10.1.3.....	49
11	Documentação Técnica	56
11.1	Lista de materiais e de componentes externos com especificações.....	56
11.1.1	Parafusos	56
11.1.2	Parte Eletrônica	57
12	Processo de Fabricação	59
	Carcaça	59
12.1.1	Carcaça lateral	60
12.1.2	Carcaça traseira	60
	Haste sanfonada	61
12.1.3	Conector carcaça-haste.....	61
12.1.4	Conector dispositivo de fixação-haste	62
	Montagem do Circuito	63
12.1.5	Diretrizes para o processo de soldagem	63
13	Ferramentas e Dispositivos.....	65
13.1	Injetora.....	65
Rosqueadeira	66	
13.2	66
	Rosqueadeira GW 10 E Professional - Bosch.....	66
13.3	Parafusadeira.....	67
13.4	Ferro de soldar	69
14	FMEA do processo	71
15	FMEA do produto	73
16	Controle de Qualidade.....	74
17	Embalagem	78
17.1	Caixa de Papelão.....	79

17.2	Embalagem Plástica	82
17.3	Fitas Adesivas	83
18	Custos	85
18.1	Carcaça	85
18.2	Circuito.....	86
18.2.1	Componentes	86
18.2.2	Mão de obra	86
18.2.3	Total Circuito	87
18.3	Embalagem.....	87
18.4	Custos Indiretos	87
18.5	Imposto de Renda.....	87
18.6	Custos Totais	87
19	Engenharia e Análise de Valor	88
19.1	Engenharia e análise de valor (EAV).....	88
19.2	Definição das funções.....	88
19.3	Diagrama de Mudge	88
19.4	Classificação de funções	90
19.5	Custos das funções nos componentes.....	90
19.6	Opções de melhoria.....	93
20	Estudo de Diferenciação	99
20.1	Projeto de Produto Japonês para identificar sirenes (<i>Emergence Vehicle Alarm System for Deaf Drivers</i>).....	99
20.2	Opticom Infrared System	100
20.3	Demais produtos para surdos existentes no mercado	101
20.3.1	Aparelho auditivo – AASI Retroauricular Digital.....	101
20.3.2	Telefones para surdos (TDD – Telephone Device for Deaf)	102
20.3.3	Despertador Vibratório	103
20.3.4	Telefone para surdo ligado ao computador	103
20.3.5	Babá eletrônica para surdos (<i>AlertMaster AMBX Baby Monitor/Transmitter by Clarity AMER-AMBX</i>)	103
20.3.6	Sistema de notificação para surdos (<i>AlertMaster AM6000 Notification System by Clarity</i>)	104
20.3.7	Sinalizador de campainha (<i>Wireless Doorbell Signaler DB100</i>)	104
20.4	Determinação do valor mercadológico	106
21	Mercado.....	109

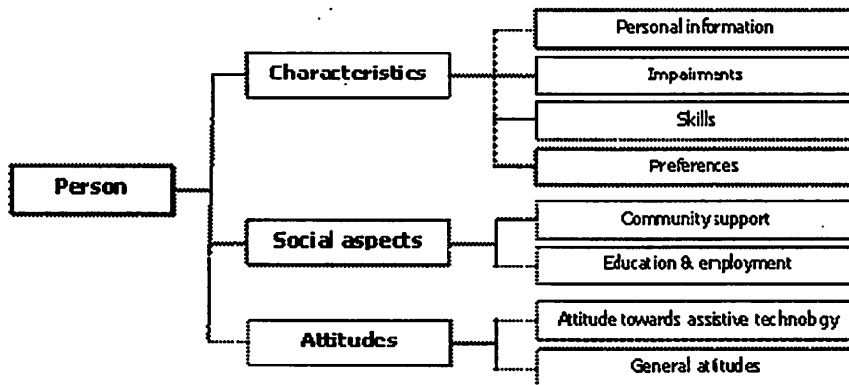
21.1	Dimensionamento do mercado potencial	110
21.2	Estratégias de Marketing	111
22	Considerações Finais	115
23	Referências	117
24	Apêndice 1: Protótipo.....	118

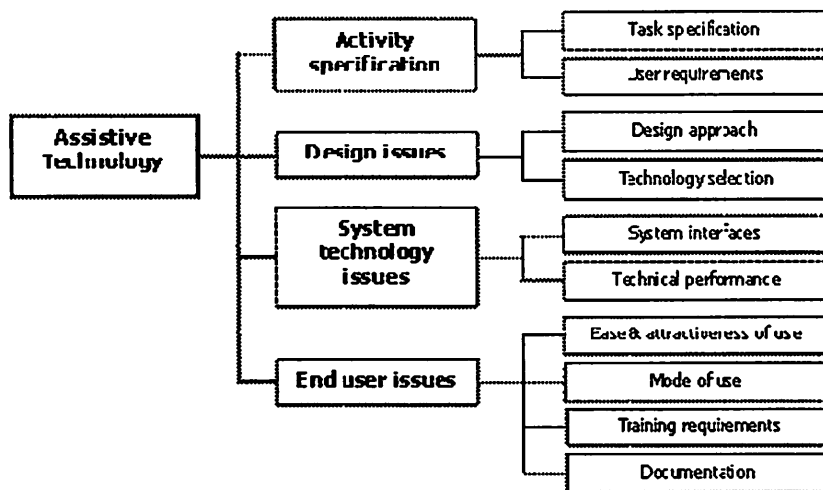
1 Motivação

O produto desenvolvido pelo grupo é um produto assistivo, aqui explicaremos o que é um produto assistivo, suas características e o porquê da escolha de se trabalhar com um produto assistivo.

1.1.1 Tecnologia Assistiva

Produtos assistivos (*assistive products*) são produtos que buscam aumentar a independência e a participação de pessoas com deficiência ou idosos na sociedade, podendo tornar possível a realização de atividades que seriam impossíveis, difíceis ou perigosas de outra forma (AAATE; AC 2004; ACT; Digiovine et al. 2007; EC 2003; FAST1; ISO 1999; Pasha and Pasha 2006; Technology & Disability). Outra definição encontrada para produto assistivo, que será utilizada para o presente trabalho, é a de que produto assistivo é um subgrupo da tecnologia assistiva. Tecnologia assistiva, por sua vez, é um termo que engloba tecnologias, equipamentos, aparatos, dispositivos, serviços e sistemas, processos e modificações ambientais utilizados pro pessoas idosas ou com deficiência para que estas: possam superar barreiras sociais, de infraestrutura e outras barreiras à independência; tenham participação maior na sociedade; e possam realizar atividades de forma mais fácil e com mais segurança.





Para mais detalhes sobre produtos assistivos, consultar:
<http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/309/>

1.1.2 Motivação

O produto a ser desenvolvido pelo grupo atende a um segmento de mercado específico. No Brasil, de acordo com o censo de 2000 do IBGE, 24,5 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de deficiência, sendo 14,5% da população total. Dentre eles, 4,6 milhões possuem deficiência auditiva e 1,1 milhões são totalmente surdas, totalizando aproximadamente 5,7 milhões de pessoas, algo em torno de 2% da população total. Como ainda não saíram dados com relação ao último censo de 2010 essas informações estão um pouco desatualizadas, mas deve-se acreditar que tal número deve ter aumentado junto com o crescimento da população nacional.

O produto a ser desenvolvido é um dispositivo eletrônico que intermedia a comunicação entre veículos com sirenes e deficientes auditivos motoristas. O dispositivo detecta o som de sirenes e converte em um sinal detectável pelo deficiente auditivo motorista.

O produto fornece ao deficiente auditivo uma informação que é então acessível a todos os demais motoristas: a informação de uma sirene. Dessa forma, uma barreira que separa deficientes auditivos dos não deficientes no trânsito é quebrada. A quebra de uma barreira dessas por sua vez facilita a inclusão.

A deficiência auditiva no trânsito acarreta em alguns riscos que não são compartilhados por pessoas que não tenham deficiência. A pesquisa de mercado, detalhada posteriormente, mostrou que o caso específico de um veículo com sirene passando por um cruzamento no sinal vermelho é o que oferece mais riscos de acidentes graves para um deficiente auditivo. Embora a

situação seja de ocorrência rara, os riscos associados são altíssimos, podem levar até mesmo à morte.

O dispositivo, além de contribuir para a inclusão dos deficientes auditivos para o trânsito, é acima de tudo um item de segurança. Como item de segurança, deve ser confiável, acurado e eficaz. O desdobramento da qualidade adiante detalhará os requisitos de qualidade do produto.

A principal característica do produto não está em sua capacidade de gerar lucros e sim em fornecer segurança e inclusão a uma minoria. Como o produto se faz necessário, mas não há uma grande capacidade lucrativa, o governo ou instituições de apoio a esses deficientes teriam um papel fundamental no incentivo à produção.

1.2 Resumo Executivo

Apresentamos aqui os resultados do trabalho realizado pelo grupo durante o semestre para a disciplina PRO2715 – Projeto do Produto e do Processo. Aos alunos foi pedido que fosse feito o desenvolvimento de um produto inovador com relevância social ou ambiental e no qual devem-se aplicar os métodos, técnicas e práticas da Engenharia de Produção para a solução de um problema real e prático.

Para o desenvolvimento de trabalho o grupo primeiramente passou a discutir qual deveria ser o produto criado. Após uma extensa discussão, *brainstorming* e pesquisa sobre inovação e possíveis demandas reprimidas existentes, foi decidido que o produto foco deste trabalho seria a LUZINA.

O que a Luzina faz é servir como um equipamento de segurança para auxiliar deficientes auditivos e surdos na direção através de uma luz que acende próxima ao painel do carro quando uma sirene de veículos de emergência é acionada no entorno de seu veículo. Sua finalidade principal é, portanto, diminuir riscos de acidentes para este tipo de condutor e reduzir variações entre deficientes auditivos e condutores que ouvem, aumentando o seu nível de inclusão social.

Como cliente da Luzina teremos os deficientes auditivos de todo o Brasil. A venda será feita pela Internet e a entrega é através de serviços do correio, de modo a não ter restrições de clientes por localização. A escolha foi essa, pois como o mercado consumidor verificado para a Luzina não é muito grande e é bastante restrito, não compensa a instalação de uma loja física de venda. A entrega por correios não aumenta muito os custos devido à baixa produção, que também inviabiliza a criação de um departamento de logística interno. Vale ressaltar que o retorno da Luzina, apesar de não ser muito alto economicamente, é bastante elevado no sentido de valor que trás para a sociedade.

A propaganda será feita principalmente em auto-escolas e associações para surdos pois os clientes em potencial são obrigados a tirar cartas de motorista e costumam se encontrar nesse tipo de associações.

A produção da Luzina será de baixa escala devido ao mercado potencial não ser muito expressivo (cerca de 20 produtos ao mês). Assim, a maior parte dos processos serão terceirizados de modo a reduzir custos desnecessários. Os processos principais na fabricação da Luzina são:

- < Injeção Plástica: Para criação da carcaça;
- < Montagem do Circuito: soldagem dos componentes na placa;
- < Montagem do Produto Final: junção do circuito com carcaça e dispositivo de fixação;
- < Controle da Qualidade: é um produto de segurança.

Entre os fornecedores podemos citar:

- < Multicaixas
- < Flexfitas

Durante o desenvolvimento do trabalho, o grupo também procurou validar o trabalho através de pesquisas para comprovar a idéia do produto e descobrir quais são os requisitos básicos de sucesso. Para tanto foram feitas entrevistas, visitas (DERDIC, REATECH) que buscaram a necessidade do cliente e que depois se tornaram requisitos necessários ao produto.

Como se trata de um item de segurança, na qual os clientes devem confiar plenamente, um requisito fundamental para o nosso produto é que ele não falhe quando requisitado. A venda deste produto está totalmente enraizada no valor de segurança que ele fornece a deficientes auditivos enquanto eles dirigem e, se o produto falhar, além das devidas responsabilidades que seriam arcadas pelos desenvolvedores do produto, perde-se credibilidade e são gerados custos pela perda de futuros clientes. Outros requisitos encontrados foram:

- < O motorista deve sempre identificar o sinal emitido pelo aparelho;
- < Resposta instantânea do produto à sirene, ou seja, a luz é emitida no momento em que o aparelho detecta a sirene.
- < Não atrapalhar o condutor. A luz não pode ofuscar o motorista e o produto não deve estar fixado em um lugar que prejudique sua visão.

Durante o trabalho o grupo se deparou com diversas dificuldades, tanto na elaboração dos relatórios quanto na criação do protótipo.

Uma primeira dificuldade que teve de ser superada foi o contato com futuros clientes, pois além da comunicação já ser dificultada por eles serem deficientes auditivos, o grupo não conhece nenhum tipo de pessoa com essa característica ou nenhum órgão que trabalha nesse setor.

A inovação do produto, por ser muito alta, também prejudicou o trabalho por dificultar comparações (*benchmarking*) e definição do valor mercadológico.

Outra dificuldade foi conciliar esse trabalho com os de outras disciplinas que foram feitas nesse semestre o que causou uma maior distribuição dos recursos.

Quanto ao desenvolvimento do protótipo, por ele não ser simples e requerer conhecimentos avançados de circuitos elétricos, que os integrantes do grupo não tem, ficou um pouco sem rumo no começo. Contudo, após alguma pesquisa sobre o assunto e com uma certa simplificação para o protótipo essas dificuldades foram superadas.

Chegando agora à conclusão deste trabalho, enumeramos aqui finalmente as lições aprendidas através da superação das dificuldades acima mencionadas e pelas próprias aulas ministradas pela disciplina.

- < Lidar com problemas e dificuldades inesperados, enquanto tendo que respeitar um cronograma de projeto. Não entregar nunca é uma opção.
- < Busca por novos contatos conforme necessário e obtenção de informações por meios além da Internet;

- < Trabalho em grupo, tanto pela interação entre as pessoas na busca por novas idéias como na divisão de tarefas e responsabilidades;
- < Utilizar de maneira prática o PDP (processo de Desenvolvimento de Produtos) visto constantemente em aula;
- < Novos conceitos e tendências de mercado (palestras).

PARTE 1

2 Necessidade dos usuários

Necessidade: estado em que se percebe alguma privação.

2.1 Brainstorm

O surgimento do produto Luzina veio de um *brainstorm* aberto (aberto no sentido de que as ideias não eram restritas apenas a questões sociais) envolvendo os integrantes do grupo. Embora não houvesse restrições quanto ao escopo de ideias, buscou-se orientação em necessidades sócio-ambientais. Após balancear todos os aspectos positivos e negativos de cada nova proposta do produto, a decisão final foi a de trabalhar em cima do produto mencionado. Foram realizadas duas sessões de brainstorm, uma mais curta e outra mais longa, totalizando 12 horas diretas.

A primeira ideia foi a de um produto que identificasse sons de sirene e de buzina e alertasse ao motorista sobre a existência desses sons.

A partir da ideia preliminar intrínseca (desenvolvida dentro do grupo) fomos a campo testar e aprimorar a nossa ideia, obtendo dados de forma extrínseca (no ambiente, fora do grupo). Fomos a campo motivados a estudar em detalhe as particularidades de um deficiente auditivo dirigindo, problemas enfrentados e eventuais necessidades.

2.2 Trabalho em campo

Em campo procuramos validar a ideia do produto, buscando contato com potenciais usuários. Além de validar o produto, buscamos identificar os requisitos dos usuários.

Primeiramente visitamos a DERDIC (Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios de Comunicação), localizada na Vila Clementino, São Paulo. Nosso contato foi uma das diretoras, Lourdes, que nos informou sobre algumas dificuldades que deficientes auditivos enfrentam no dia-a-dia. Infelizmente não conseguimos nos comunicar com surdos maiores de idade no DERDIC, o prédio focava no tratamento de crianças. Pela Lourdes, tomamos conhecimento de lojas que vendem produtos para deficientes auditivos e da feira REATECH.

Derdic

A Derdic (Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da

Comunicação), é uma organização que compete à PUC – SP, na qual são oferecidos cursos e atendimento médico à adultos e crianças que sofrem com algum tipo de deficiência auditiva. Os pacientes são acompanhados pelo curso de fonoaudiologia da PUC.

Atualmente, a Deric abrange a Escola Especial de Educação Básica, a Clínica de Audição, Voz e Linguagem Prof. Dr. Mauro Spinelli e o Centro Audição na Criança. Possui 115 funcionários que oferecem formação educacional e atendimento clínico de qualidade a uma parcela da população de baixa renda em sua maioria, além de produzir pesquisa com padrão internacional e de prestar assessoria a organizações afins.

Atende ainda a uma média anual de 610 alunos, sendo 165 crianças, jovens e adultos surdos em programas de educação regular; 60 jovens surdos nos campos da orientação e qualificação profissional; 250 alunos ouvintes em cursos de Língua Brasileira de Sinais e 135 alunos em cursos de formação e de aprimoramento nas áreas de audição, voz e linguagem. Na área clínica, a organização presta atendimento a 8.000 mil pacientes por ano e concede, por meio de convênio com o SUS, 1.500 aparelhos auditivos.

Sua missão, de acordo com o site: *“Educar surdos, prestar atendimento e tratamento a pessoas com alterações de audição, voz e linguagem, formar profissionais e realizar pesquisas para que todos os envolvidos nas atividades institucionais possam assumir o papel de agentes transformadores no processo de participação na sociedade.”*

O grupo, em busca da validação de sua ideia e, para conseguir obter os requisitos dos clientes, marcou uma entrevista com a chefe do departamento de fonoaudiologia que foi realizada em Março.

Reatech

A REATECH (Feira Internacional em Tecnologias em Reabilitação, Inclusão e Acessibilidade), é uma feira na qual se encontram diversas empresas, organizações e entidades na qual são discutidas e apresentadas as novas ideias que vêm surgindo com relação à acessibilidade e de melhoria na qualidade de vida de deficientes. Nesta feira são relevados: deficientes físicos, visuais, auditivos e idosos com dificuldade de locomoção.



A visita do grupo ocorreu em na sua última edição (2011), a 10^a. Neste ano houve mais de 51000 visitantes em seus 4 dias de funcionamento, com cerca de 230 expositores e ocorreu no Centro de Exposições Imigrantes. É a maior do país sobre esses assuntos.

Os setores presentes incluíram: Acessibilidade; Agências de emprego; Aparelhos Auditivos e equipamentos especiais Avaliação Física Cadeiras de roda; Distribuidoras de produtos; Educação, aprendizado e treinamento; Entidades Públicas e Privadas; Equipamentos Hospitalares; Esportes Adaptados; Fisioterapia e Terapia Ocupacional; Home Care; Informática; Livros e Publicações; Próteses e Órteses; Test-drive de cadeira de roda motorizada; etc.

Fizemos numa segunda etapa uma busca pela internet. Encontramos sites explicando como deficientes auditivos dirigem. Comunicamo-nos também com deficientes auditivos brasileiros por meio do Orkut e do Msn Messenger. Significativa maioria dos deficientes auditivos contatados não possuía bom nível de compreensão e escrita de idiomas. Finalmente encontramos um fórum (<http://www.alldeaf.com/our-world-our-culture/34678-how-do-deaf-people-drive.html>) em que deficientes auditivos discutiam exatamente as dificuldades encontradas para dirigir.

Em geral, os deficientes auditivos dirigem sem exigir nenhuma adaptação especial no carro. Alguns poucos dirigem com o auxílio de espelhos retrovisores maiores ou com espelhos convexos acoplados aos espelhos laterais, nada além disso. Alguns mencionaram a preferência por dirigir à noite por

Os maiores problemas enfrentados são:

- Falar com as mãos, quando elas na verdade devem estar no volante.
- Leitura labial do passageiro enquanto dirigindo
- Não ouvir veículos de emergência se aproximando
- Dificuldade em pedir ajuda quando o veículo quebra
- Dificuldade em se comunicar com policiais ou outros condutores
- Não ouvir buzinas

Não ouvir sirene é a que mais preocupa os deficientes, devido aos riscos associados. Muitos depoimentos apontam o problema dos cruzamentos. Pela movimentação de carros ao seu redor, os deficientes auditivos conseguem notar que há uma ambulância ou outro veículo com sirene, porém há casos em que não existem carros ao redor ou então em que ele é o primeiro da fila no semáforo.

Os cruzamentos em particular podem oferecer risco de vida a esses deficientes caso eles não tenham o reflexo de ver o veículo de emergência passar pelo sinal vermelho. Numa situação dessas, há grande chance de colisão.

Validamos a nossa ideia de produto a partir dos depoimentos coletados. A Luzina é primariamente um item de segurança para os deficientes auditivos. Em um segundo momento, a Luzina pode ser considerada como um produto que incentiva a inclusão social.

Depoimentos encontrados no fórum virtual

"To answer your question; To my knowledge, I have not seen a device that has a "light-up" or a warning light to let the deaf drivers be aware of when an emergency vehicle comes from the behind or whenever a car has it's horn on."

"There were times that I have honked at people for not moving when the light turned green but then 1 minute later, an ambulance or fire truck goes racing thru the intersection. That hit me hard cuz what if I was the first driver in line? Would I have gone as soon as the light turned green and gotten hit by the emergency vehicle? That is a question that I dont want to be answered so it was a lesson to be learned. After a few of those incidents, I got myself into the habit of looking from left to right to make sure there are no emergency vehicles nor runaway speeders barraling down the street before hitting the gas to cross the intersection."

"would be effing cool if you can design a visual alert to sirens and maybe flashers for deaf drivers. something like some city's use for detecting gun shots? but your design problem would be in making it **small enough and cheap enough to be useful.** lots of emergency vehicles use some sort of signal with their sirens so they can change the traffic signal to go green for them. i think this would be commercially viable."

"I had several "1 sec away" accidents with on duty ambulance/firetrucks/ and police vehicles in downtown, because I could not hear the siren, and could not see the building block on left/right road (blind spot) from the intersection."

"That's only problem I have while I am driving. Every time I check every intersections before I roll through the green light. I am sure deaf people face same situation as me. "

"A former teacher of mine who was hearing she **was killed on a roundabout by an ambulance with sirens on,** the ambulance just came out of junction onto the round about and smashed into her car killing her instantly. The Ambulance driver was fired from the job due careless driving."

Encontrado em:

<http://www.alldeaf.com/our-world-our-culture/34678-how-do-deaf-people-drive.html>

2.2.1 Não detectar buzinas

Pela pesquisa de mercado, ficou definido que o escopo do nosso produto é a detecção de sirenes, para evitar potenciais acidentes em cruzamentos. Mas, além disso, cogitamos a possibilidade de nosso produto detectar buzinas também. A ideia de identificação de buzinas foi descartada e justificaremos o porquê.

A frequência com que se ouve sirenes no trânsito é baixa relativamente ao que se ouve de buzinas. Quando se ouve um som de sirene é sabido que há um veículo de emergência por perto. Quando se ouve perto de um cruzamento, sabe-se que o veículo de emergência pode atravessar o cruzamento independente do sinal estar verde ou vermelho. Portanto, o som da sirene, principalmente perto de cruzamentos, faz o motorista ficar bem mais atento ao que acontece ao seu redor.

O som de buzina ocorre mais vezes no trânsito mas por outro lado desperta menos atenção. Não é esperado que o motorista dê a mesma atenção a todas as buzinadas. Algumas são bem relevantes para o motorista e devem fazê-lo ficar mais atento com o seu redor, outras nem tanto. Na maioria das vezes o motorista não deve dar atenção às buzinadas assim como ele dá atenção à sirene.

Caso o nosso produto identificasse sons de buzina também, o motorista daria menos atenção aos avisos do aparelho pelo efeito das muitas buzinas com pouca significância. Situações que exigiriam grande atenção do motorista não teriam a grande atenção desejada. Situações que exigiriam grande atenção e que exigiriam pouca atenção estariam confundidas.

Por isso, descartamos a detecção de buzinas. Reconhecemos que o descarte impossibilitará a detecção de buzinas relevantes, mas por outro lado reconhecemos que a atenção (relevância) aos avisos do aparelho irá aumentar substancialmente. O aumento da atenção aos avisos do aparelho por sua vez diminui potenciais acidentes em cruzamentos com veículos de emergência.

Definida a função global

Pudemos então definir a função global de nosso produto:

“Evitar acidentes com veículos de emergência em cruzamentos”.

É uma função que transforma nosso produto em um item de segurança. Acreditamos que o aumento da segurança para o deficiente auditivo contribui positivamente para sua inclusão no trânsito.

2.3 Requisitos dos Usuários

Será assumido para o produto desenvolvido que o usuário é o cliente.

Dada a função global, desdobramos os requisitos dos usuários. Buscamos estabelecer requisitos mutuamente exclusivos, ou seja, que se relacionam minimamente (com o mínimo de intersecções possíveis), que sejam o mais complementares possíveis. Os requisitos foram identificados e estabelecidos a partir do estudo de campo.

Evitar acidentes com veículos de emergência em cruzamentos	Ser Acessível	Ter baixo preço
		Ser compatível com todos os surdos
		Ser compatível com todos os carros
	Ser Exato	Poder mudar de um carro pra outro
		Sempre identificar o som de sirenes quando há sons de sirene
	Ter Interface eficiente	Nunca identificar sons de sirene quando não há sons de sirene
		Não atrapalhar a direção
		O usuário sempre deve perceber o aviso
		Transmitir o aviso de forma rápida
	Ser Confiável	Informar a direção do som
		Usuário saber se está funcionando ou não
		Sempre funcionar nos momentos críticos
Ser Bonito	Sempre alertar o usuário quando há sons de sirene	
	Ter um design agradável	

Classificação dos requisitos segundo suas funções:

Funções	Classificação	
Ter baixo preço	Mercadológica	Secundária
Ser compatível com todos os surdos	Uso	Secundária
Ser compatível com todos os carros	Uso	Secundária
Poder mudar de um carro pra outro	Uso	Secundária
Sempre identificar o som de sirenes quando há sons de sirene	Técnica	Primária
Nunca identificar sons de sirene quando não há sons	Técnica	Primária

de sirene		
Não atrapalhar a direção	Uso	Primária
O usuário sempre deve perceber o aviso	Uso	Primária
Transmitir o aviso de forma rápida	Uso + Técnica	Primária
Informar a direção do som	Uso + Técnica	Secundária
Usuário saber se está funcionando ou não	Uso	Secundária
Sempre funcionar nos momentos críticos	Técnica	Primária
Sempre alertar o usuário quando há sons de sirene	Uso + Técnica	Primária
Ter um design agradável	Mercadológica	Secundária

Classificação dos requisitos segundo abordagem de Kano:

Funções	Kano
Ter baixo preço	Linear
Ser compatível com todos os surdos	Linear
Ser compatível com todos os carros	Linear
Poder mudar de um carro pra outro	Encantamento
Sempre identificar o som de sirenes quando há sons de sirene	Deve ter
Nunca identificar sons de sirene quando não há sons de sirene	Deve ter
Não atrapalhar a direção	Deve ter
O usuário sempre deve perceber o aviso	Deve ter
Transmitir o aviso de forma rápida	Deve ter
Informar a direção do som	Linear
Usuário saber se está funcionando ou não	Linear
Sempre funcionar nos momentos críticos	Deve Ter
Sempre alertar o usuário quando há sons de sirene	Deve Ter
Ter um design agradável	Encantamento

Diagrama de Kano

Deve ter: são aqueles requisitos que o consumidor espera encontrar no produto – sua existência, ou a melhoria destes, não implica em grandes modificações na satisfação do cliente, pois eles constituem a característica básica do que está sendo oferecido, porém, se eles não estiverem sendo satisfeitos podem se transformar em uma grande insatisfação por parte do cliente

Linear: são os requisitos que o cliente diz que quer no produto

Encantamento: são aqueles requisitos que o cliente não espera, algo que pode surpreendê-lo.

2.4 Requisitos do Produto

A partir das necessidades e requisitos do usuário, estabelecemos arbitrariamente requisitos técnicos para o produto. Buscamos novamente estabelecer requisitos mutuamente exclusivos.

Requisitos do Produto	Desempenho do circuito
	Forma do produto
	Instalação do produto no carro
	Comunicação eficiente com o motorista
	Fonte de energia
	Custos

Desempenho do circuito

Capacidade de processamento do circuito. Quanto maior a capacidade de processamento: maior capacidade para tratar eventos complexos, maior precisão, maior velocidade, maior exatidão e conseqüentemente melhor desempenho.

Forma do produto

Abrange o quão natural a integração com o carro e a compatibilidade com o maior número de carros. Envolve dimensões, peso, design e localização.

Instalação do produto no carro

Facilidade da instalação do produto no carro. Envolve questões como exigência de mão de obra especializada ou não, tempo para instalação. Envolve também facilidade para deixar o produto ligado quando ele precisa estar ligado.

Comunicação eficiente com o motorista

Grau de ergonomia de um produto. Assumiremos que quanto mais ergonômico o produto, mais eficiente ele se comunica com o usuário. Para nosso produto, quanto mais eficiente a comunicação, mais confiabilidade para o cumprimento de sua função.

Fonte de energia

Grau de eficiência energética e o potencial de o produto estar ligado quando ele precisa estar ligado.

Custos

Custos do produto. Busca-se o custo mínimo.

2.5 QFD

A casa da qualidade do QFD (*Quality Function Deployment*) foi utilizada com o intuito de: relacionar os requisitos técnicos aos requisitos dos clientes; e ponderar a importância de cada requisito técnico em relação aos outros.

		Correlação							
Desempenho do circuito		+					Posit. Fraco		
Forma do produto		++					Inexistente		
Instalação do produto no carro		+					Neg. Fraca		
Comunicação eficiente com o motorista		+					Neg. Forte		
Fonte de energia		+							
Custos		+							
		Desempenho do circuito	Forma do produto	Instalação do produto no carro	Comunicação eficiente com o motorista	Fonte de energia	Custos	Grau de importância	
Ser Acessível	Ter baixo preço	3	1	3	3	3	9	3	Correlação entre requisitos de cliente e de produto
	Ser compatível com todos os surdos			3	3	3	9	4	
	Ser compatível com todos os carros	1	3	9	1	3	1	4	
	Podem mudar de um carro pra outro	1	3	9		3	1	1	
Ser Exato	Sempre identificar o som de sirenes quando há sons de sirene	9						5	Moderado Fraco
	Nunca identificar sons de sirene quando não há sons de sirene	9						4	
Ter Interface eficiente	Não atrapalhar a direção			1	9			4	Forte
	O usuário sempre deve perceber o aviso	1			9			5	
	Transmitir o aviso de forma rápida	1	1		9			4	
	Informar a direção do som	1			1			2	
Ser Confiável	Usuário saber se está funcionando ou não	1			3	3		3	Moderado Fraco
	Sempre funcionar nos momentos críticos	3			1	9		5	
	Sempre alertar o usuário quando há sons de sirene	1				9		5	
Ser Bonito	Ter um design agradável		9	1				1	
GRAU DE IMPORTÂNCIA (REQ. PRODUTO) abs		129	43	71	194	78	69		
GRAU DE IMPORTÂNCIA (REQ. PRODUTO) %		22%	7%	12%	33%	13%	12%		

2.6 Componentes do produto

As ponderações do QFD e as relações definidas forneceram base para podermos decidir de forma macro os componentes do produto.

Foi montada a matriz de decisão, ponderada pelos pesos da QFD, a fim de se comparar e decidir entre alternativas de componentes para o cumprimento das funções.

	Circuito	Energia	Fixação	Sinalizaç	Haste Flexível	LED secundário	Liga/Desliga
	Microprocessador no circuito	Energia do acendedor de cigarro	Fixado por adesivo	Instalado internamente no painel	Haste flexível	LED indicando que o produto está funcionando	Liga/desliga automaticamente
	circuito sem microprocessador	Bateria recarregável	Fixado por ventosa	Fixado por ventosa	Dispositivo vibratório	Sem haste flexível	Botão Liga/desliga
		Baterias		LED			Sem esse LED
Desempenho do circuito	22%	5	2	2	2	4	5
Forma do produto	7%			1	1		
Instalação do produto no carro	12%	2	2	4	1		
Comunicação eficiente com o motorista	33%	2	1	1	5	5	
Fonte de energia	13%		2	2	4	5	
Custos	12%	2	5	1	3	4	2
TOTAL	100%	201	136	140	164	404	379
				115	127	24	267
							216
						160	124
						253	181
							290
							303

Notas de desempenho	
Muito alta	5
Alta	4
Moderada	3
Baixa	2
Muito Baixa	1
Inexistente/não se aplica	0

Circuito

Deu-se preferência a um circuito com microprocessador devido à missão do produto. O microprocessador tem capacidade de identificar não apenas a frequência e intensidade das ondas sonoras mas também o formato dessas ondas.

Assim, o circuito com microprocessador permite uma maior precisão na identificação dos sons.

Energia

A fonte do acendedor de cigarro é a fonte de energia mais confiável em relação a apenas baterias por dois motivos principais.

As baterias têm limite de carga, o que implica na possibilidade de comprometer o funcionamento da Luzina por falta de energia. Segundo, baterias implicariam na existência de uma chave liga-desliga para o produto. Com alguma frequência os motoristas se esqueceriam de ligar a chave devido

a erro humano. Sendo a Luzina um item de segurança, deve estar funcionando sempre.

Com a fonte do acendedor de cigarro, o produto é ligado automaticamente quando a parte elétrica do veículo está ligada. Assim, sempre que o veículo estiver em funcionamento o produto também estará funcionando. A fonte do acendedor de cigarro, porém, é muito instável, com variações frequentes de corrente e voltagem. Para contornar esse problema, o nosso produto utilizará uma bateria recarregável com a finalidade de amortecer essas variações.

Em relação à instalação integrada no circuito do veículo, o acendedor de cigarro tem as vantagens de mais fácil instalação e menor custo.

Fixação

A fixação no vidro dianteiro por ventosa é utilizada para prender aparelhos de GPS. Deu-se preferência a ventosa ao adesivo devido à flexibilidade que a ventosa proporciona para mudar a localização.

Não foi considerada fixação no para-sol por estar fora do campo de visão do motorista.

Sinalização

A sinalização por meio luminoso é tão eficiente quanto por meio de dispositivos vibro-táteis se a luz for emitida de maneira eficaz (do local certo, com a intensidade certa, etc).

A sinalização por LEDs é mais prática para o motorista no dia-a-dia e é envolve menos custos.

Haste Flexível

A presença de uma haste flexível para se ajustar a posição do produto permite maior flexibilidade entre usuários (cada motorista posiciona da maneira que lhe convém) e entre veículos.

LED Secundário

Tem função de dar maior conforto ao usuário. Sem esse LED, o motorista só saberia se o produto está funcionando quando na presença de veículos de emergência com sirene ligada. Esse LED informaria a todo momento se o produto está funcionando ou está com alguma falha (LED apagado).

Existem no mercado LEDs que podem acender mais de uma cor e a intensidade diferentes. Assim, o produto poderia ter apenas um LED, que fica constantemente aceso com intensidade e cor fracas e que pode piscar com intensidade e cor intensas na presença de sirenes.

Liga/Desliga

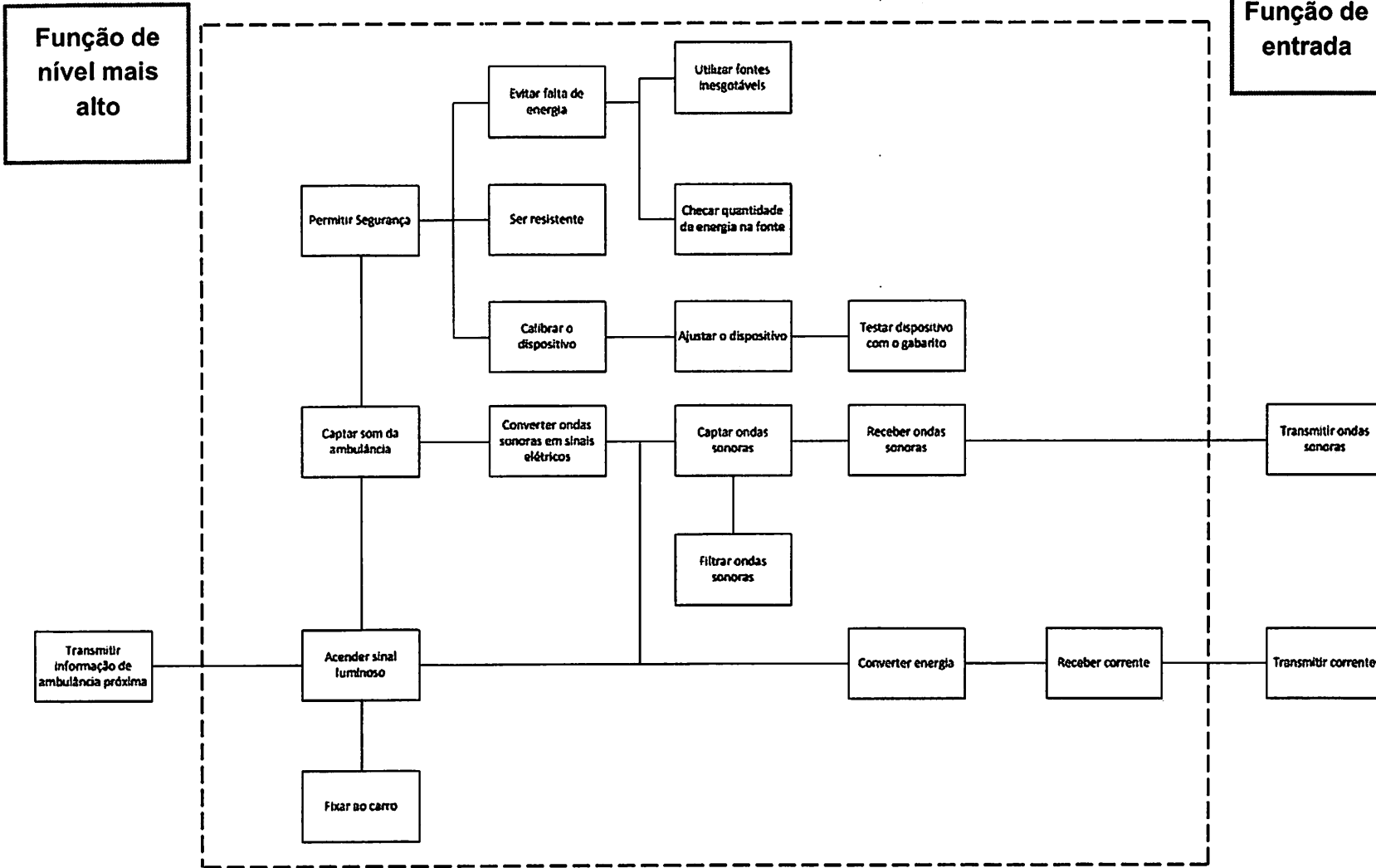
Um sistema de liga/desliga automático impede que o usuário esqueça de ligar o produto. Dessa forma, o aparelho sempre estará funcionando com o carro em funcionamento. Como o produto é um item de segurança, é imprescindível que esteja sempre em funcionamento quando o veículo estiver ligado.

2.6.1 Diagrama Fast

São funções técnicas do produto: identificar sons de sirenes e simultaneamente acender uma luz de aviso, prender-se a um local próximo ao motorista, ter elevada autonomia energética. São funções interativas: sempre comunicar ao motorista por meios visuais a existência de sons de sirenes de modo a não atrapalhar sua concentração na direção; estar localizado em um lugar estratégico no carro; não falhar enviando ou deixando de enviar sinais inapropriadamente.

O diagrama **FAST** (Functional Analysis Systems Technique) foi empregado por causa da significativa facilidade de manipulação e obtenção de resultados. Além desses fatos, o diagrama já apresenta as funções que foram definidas de forma hierarquizada.

Diagrama FAST



4 Estudo de Aproveitamento Técnico

Consiste no benchmarking de produtos a fim de se aproveitar funções, conceitos, materiais, tecnologia, desempenho entre outros.

O estudo de aproveitamento técnico visa identificar e analisar ideias e tecnologias de produtos existentes no mercado para possível aproveitamento no nosso produto. O benchmarking comparativo considerou três grupos de produtos que podem contribuir tecnicamente ao nosso:

- ⟨ Acessórios automotivos: identificamos e analisamos tamanhos, materiais e modos de fixação de acessórios localizados próximos ao painel do carro. Identificamos também o preço de mercado de elementos de um elemento de fixação.
- ⟨ Produtos com tecnologia eletrônica similar: identificamos e estudamos de modo geral afinadores de violão e um circuito que filtra sons e os converte em luz de acordo com a frequência do som. Estudamos o acendedor de cigarro do carro e produtos que fazem seu uso.
- ⟨ Um produto similar ao nosso, em pesquisa no Japão (Emergence Vehicle Alarm System for Deaf Drivers): o artigo a respeito do produto não nos fornece detalhes técnicos dos componentes do produto nem seu preço para testarmos a força mercadológica. Diferentemente do nosso produto, o similar japonês tem a proposta de identificar e alertar o condutor a direção da sirene.

A análise dos acessórios automotivos e dos produtos com tecnologia similar será detalhada a seguir.

4.1.1 Forma/Matérias primas

4.1.1.1 *Tamanho GPSFoston 470*

Dimensões de um GPS: 127.00 x 190.50 x 44.45 mm

Cores GPS: podem ser encontrados predominantemente modelos nas cores preta e cinza.

Embalagem GPS: um modelo de embalagem de GPS mede as seguintes dimensões: 17cm x 15cm x 10cm.

4.1.1.2 GPS Holder

Procuramos no Google Imagens os termos “GPS holder”, “Car holder” e “Mobile Car Holder”. Objetivamos nessa busca encontrar acessórios que pudessem ser encaixados em pontos visíveis pelo motorista, aproveitando assim seu formato e material para utilizar no nosso produto. Encontramos muitos produtos que são acoplados ao carro por meio de uma ventosa no vidro dianteiro e alguns que são acoplados na saída do ar condicionado. Os produtos acoplados à saída de ar não estão dentro do campo de visão do motorista enquanto dirigindo, portanto, a ideia foi descartada.

Dentro do grupo de produtos com fixação por ventosas, havia grupos de produtos do tipo ventosa – produto e do tipo ventosa – haste ajustável – produto. Como os produtos ventosa – haste ajustável – produto são adaptáveis a mais veículos (independem da geometria do vidro dianteiro dos diferentes veículos) e podem ter direção regulada pelo usuário, preferimos utilizar este modelo no nosso produto.

Há dois tipos de hastes ajustáveis: hastes rígidas com dobradiças (parecido com um braço mecânico) e hastes totalmente flexíveis (um metal/plástico flexível ligando o produto à ventosa). A haste totalmente flexível é de um processo de fabricação e montagem mais simples que as hastes rígidas, aparentemente são mais baratas de se fazer. Optamos por escolher a haste flexível para o nosso produto.

A presente análise nos permitiu identificar o elemento de fixação (ventosas de plástico) e a ponte entre o elemento de fixação e o produto (haste flexível de metal, de plástico ou de metal encoberto com plástico).

Os suportes procurados seguravam celulares e GPSs. Não sabemos a priori o comportamento do tipo de suporte por nós escolhido ao segurar produtos com dimensões maiores e peso maior que um GPS.

O produto a seguir (Universal Car Holder) foi encontrado na internet por US\$11,90 no seguinte site:

http://summercube.com/shop/index.php?main_page=product_info&products_id=17

Limitações da análise: os produtos analisados não ficavam na zona de visão principal do condutor, mas sim numa zona de visão periférica. Nosso possivelmente ficará na zona de visão principal do condutor. Devemos atentar à localização do produto para que ele não atrapalhe criticamente a visibilidade do condutor para o trânsito;

4.1.2 Tecnologia Eletrônica

4.1.2.1 Estabilizador da fonte

Escolhemos a priori a fonte de energia do nosso produto o acendedor de cigarro pela seguinte razão: o produto sempre funcionaria com o carro ligado. Tratando-se de um item de segurança, seria ideal que ele estivesse em funcionamento sempre que o usuário estivesse dirigindo o veículo. Outra vantagem dessa fonte é que ela existe em todos os carros e de forma padronizada no Brasil. Investigamos, então, a fonte do acendedor de cigarro.

Conversando com um engenheiro da Koller, alunos engenheiros da elétrica e na internet (principalmente num artigo da wikipedia) identificamos dificuldades para a adoção dessa fonte de energia. Embora nominalmente a voltagem seja 12 V, a voltagem depende de estado do carro (ligado ou desligado, bateria em processo de carga ou não, clima quente ou muito frio). A tensão oscila muito quando o veículo está com o motor ligado. Não à toa a fonte de tensão foi projetada apenas para fornecer energia para uma resistência (para acender cigarros) e para recarga de bateria de alguns equipamentos (alguns tipos de celulares).

Nosso produto é sensível à variação da voltagem. Variação de voltagem implicaria na sensibilidade de identificar a frequência certa, como foi escrito anteriormente. Realizamos mais uma busca na internet para estabilizadores de fonte.

Existem estabilizadores de tensão próprios para a fonte do acendedor de cigarro. Encontramos por US\$6,00 um estabilizador (*Universal 12V cigarette lighter adapter*) no site: http://www.alibaba.com/productgs/347936024/Universal_12V_cigarette_lighter_power_adapter.html. Os estabilizadores funcionam em torno de capacitores que filtram a tensão instável.

4.1.3 Função similar

4.1.3.1 Projeto de Produto Japonês para identificar sirenes (*Emergence Vehicle Alarm System for Deaf Drivers*)

Em fase de pesquisa, está sendo desenvolvido no *Kyoto Institute of Technology* um sistema de alarme para veículos conduzidos por deficientes auditivos. O sistema identifica sirenes de veículos de emergência e transfere a informação para o condutor através de LED's e dispositivos vibratórios (Kuwahara, Morimoto, Kozuki, Kawamura; 2008).

O projeto consiste em um dispositivo que reconhece o tipo de sirene através dos diferentes picos de frequências características de cada sirene (por exemplo, para ambulâncias existem dois picos em 770Hz e 960Hz) e analisa a forma da onda. O dispositivo também detecta a direção da fonte do som através de um cálculo de diferenças de fase entre os quatro microfones instalados no produto. As seis direções identificadas são: frente, direita frente, esquerda frente, direita atrás, esquerda atrás e atrás.

O produto japonês necessita ser instalado ao veículo, vinculado à parte elétrica, portanto de instalação mais difícil e customizada que o Luzina.

Cor do Led: no experimento o LED utilizado é vermelho.

Frequencia que o LED pisca versus tempo de resposta:

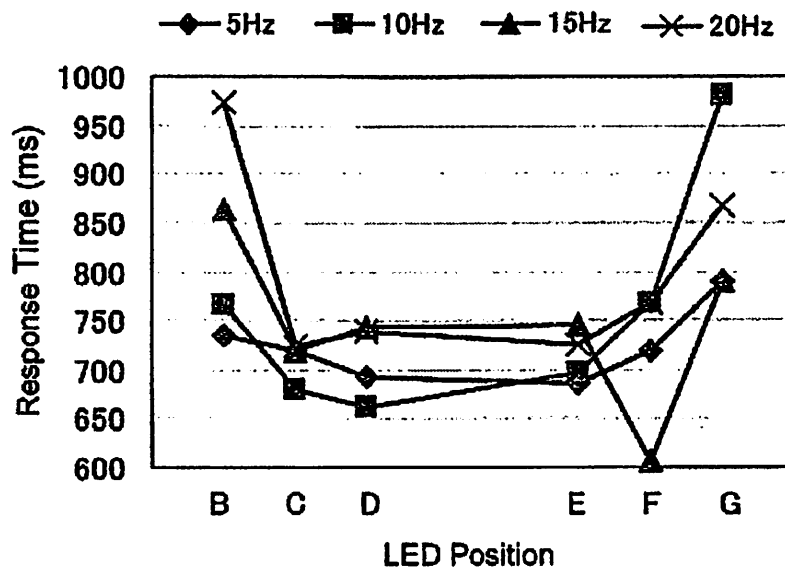


Figure 5 Average response time to LED blinks of each LED position according to blink frequencies

Posição adequadas para a instalação do LED no veículo:

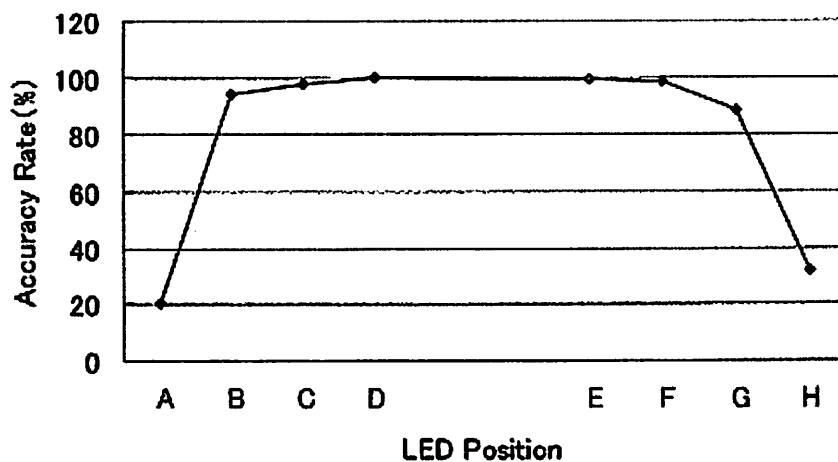
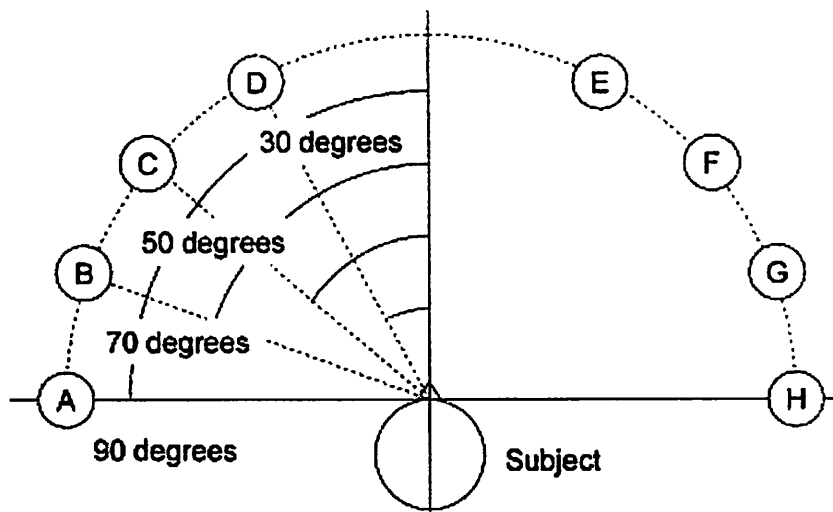
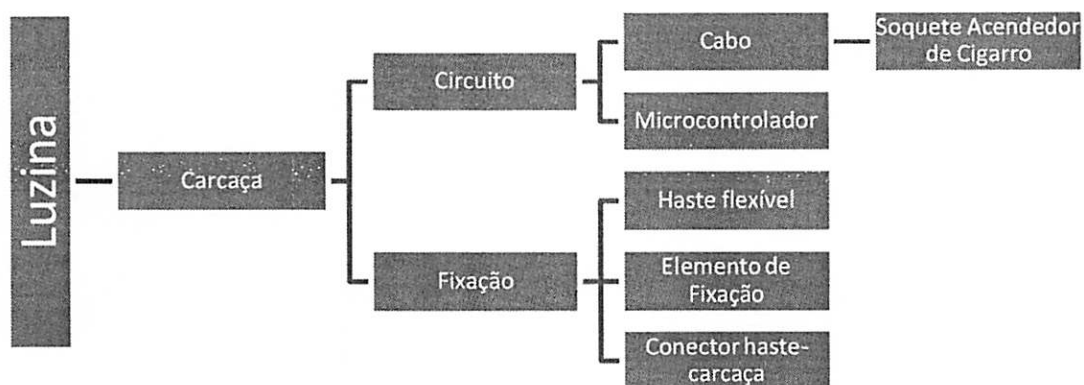


Figure 4 Accuracy rate of the task according to LED positions

4.1.3.2 *Campainha pra surdos (nome certo no relatório)*

Dispositivo que sinaliza quando uma campainha toca. Ao contrário de outros produtos mais comuns esse sinalizador não funciona a partir do som e pode ser instalado diretamente à campainha por dentro da casa ou usado como um botão de campainha comum. A instalação é simples, liga-se o sinalizador em uma tomada e uma lâmpada (por exemplo, de um abajur) ao sinalizador. A luz utilizada é branca e pisca com frequência visualmente alta.

5 Arquitetura



5.1.1 Projeto do Soquete do Acendedor de Cigarro

O acendedor de cigarros de um automóvel foi inicialmente concebido para alimentar um aquecedor bobina ou um aquecedor elétrico mais leve para os cigarros. Mais tarde foi usado como conector padrão DC para fornecer energia elétrica para acessórios portáteis usados em ou perto de um automóvel. Exemplos de dispositivos que podem ser operados a partir de um acendedor de cigarros incluem luzes, ventiladores, aparelhos de aquecimento de bebidas e pequenas ferramentas motorizadas, como compressores para inflar pneus.

Muitos dispositivos eletrônicos portáteis como mp3 players ou telefones celulares usam um acendedor de cigarros para recarregar as baterias internas ou para operar diretamente a partir do sistema elétrico do veículo. Adaptadores para dispositivos eletrônicos podem alterar a voltagem para ser compatível com o dispositivo fornecido.

Dispositivos que requerem alimentação de corrente alternada de 120 volts ou 240 volts podem ser operados com um inversor de plug-in. Atualmente, os automóveis podem fornecer recipientes 12v várias que são destinados principalmente para operar acessórios e não são para ser usado com um isqueiro. Com a popularidade em declínio do hábito de fumar em muitos países (como os EUA), fabricantes de automóveis pararam de incluir um acendedor de cigarros nos carros novos, vendendo-os como acessórios para os clientes que ainda querem.

Os soquetes e plugs são definidos na especificação J563 ANSI / SAE. Para os sistemas de 12 volts, o "ponto de contato" carrega a tensão positiva, enquanto a outra parte, que é a parte externa do conector, carrega a tensão negativa (que é a "terra" de conexão para a maioria dos automóveis, que têm um sistema de aterramento elétrico negativo).

Acendedor de 6 volts:

- < Diâmetro interno: 21,34-21,46 mm (média 21,4).
- < Diâmetro do corpo do plug: 21,08-21,23 mm (média 21,155).

Acendedor de 12 volts e plug, tamanho A:

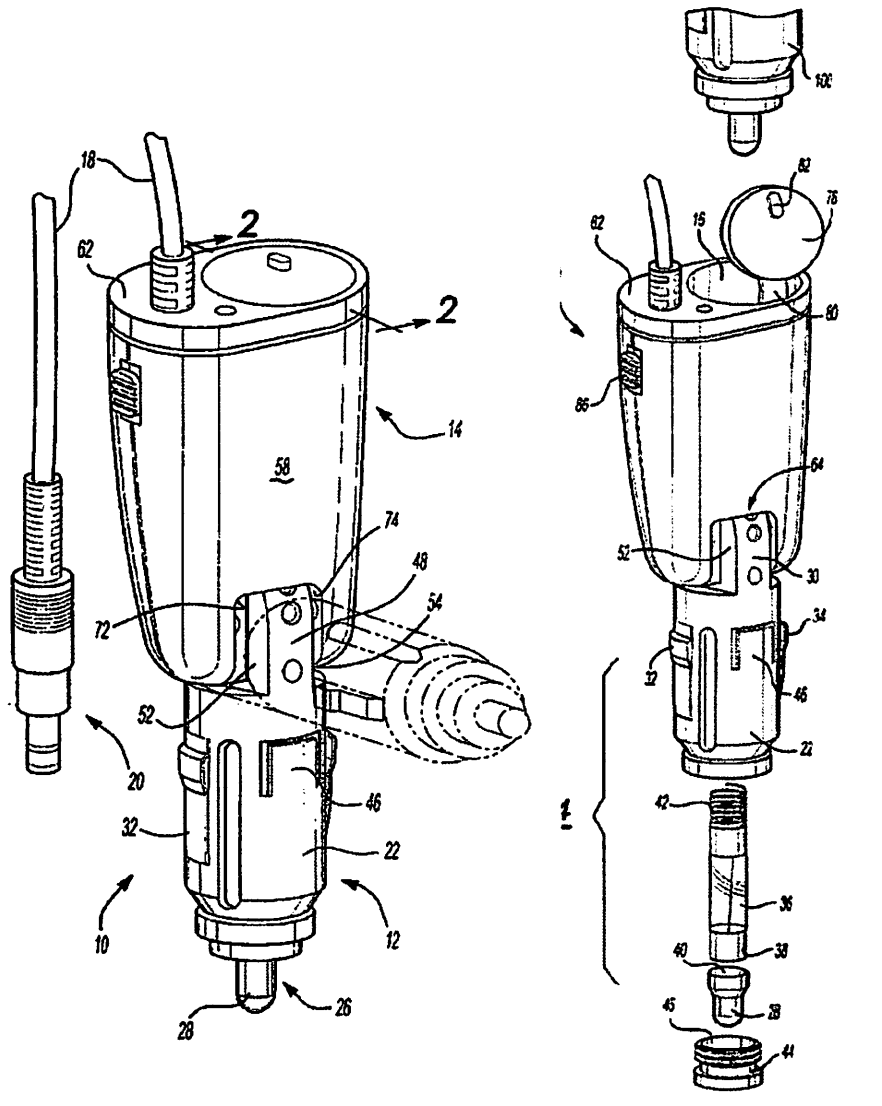
- < Diâmetro interno: 20,93-21,01 mm (média 20,97).
- < Diâmetro do corpo do plug: 20,73-20,88 mm (média 20,805).
- < Muito usado nos carros norte-americanos.

Acendedor de 12 volts e plug, tamanho B:

< Diâmetro interno: 21,41-21,51 mm (média 21,455).

< Diâmetro do corpo do plug: 21,13-21,33 mm (média 21,18).

Para a Luzina será usado um acendedor de cigarros de 12 volts.



5.1.2 Projeto do Circuito Eletrônico

Ao conversarmos com alunos de engenharia elétrica sobre a dimensão da complexidade do circuito que nós almejamos, percebemos que a elaboração do projeto detalhado da parte eletrônica conduziria um semestre inteiro com razoável tempo dedicado. Por limitações técnicas do grupo (ausência de um integrante com competências em elétrica), pelo prazo de entrega do projeto e pela relativa complexidade do produto, não nos aprofundaremos no detalhe do circuito, mas sim na parte macro.

A parte eletrônica que apresentaremos consiste em um plano macro de especificações de projeto do circuito que seriam passadas a um engenheiro elétrico. O engenheiro elétrico por sua vez projetaria os circuitos ao nível de detalhe necessário para a manufatura.

Projetar a parte eletrônica da Luzina consiste primeiro em programar o microcontrolador para depois projetar o circuito eletrônico que lhe servirá de suporte.

O microcontrolador é um circuito integrado que contém um processador, memória e periféricos programáveis de entrada e saída. Uma família de microcontroladores com potencial de uso em nosso produto é o PIC (*Peripheral Interface Controller*). O PIC relativamente tem baixo custo, alta disponibilidade e é amplamente utilizado pela indústria, sendo bem popular. Para programá-lo é necessário um circuito para conectá-lo com a porta paralela do PC e um software (que pode ser gratuito) para escrever o programa.



O microcontrolador irá identificar não apenas a frequência das ondas sonoras, mas também o seu formato. O formato das ondas recebidas seria comparado com formas de ondas de sirene armazenadas previamente na memória do microcontrolador. A frequência identificada seria comparada com uma faixa de frequências que abrange distorções devido ao efeito Doppler.

Se o microcontrolador decidir que o som identificado é igual ao som de uma sirene, então ele enviará ordens para a o LED piscar continuamente. O LED continuará piscando até que o som percebido não seja mais de uma sirene. A luz para esse tipo de aviso será de uma cor vermelha intensa, piscando. Nesse caso, aproveitamos os dados obtidos do nosso similar japonês, citado anteriormente.

É possível encontrar LEDs que podem transmitir mais de uma cor, assim, o circuito poderia ser projetado de forma a o LED ter uma cor verde fraca quando o Luzina estiver ligado e mudar de cor para vermelho piscando quando na presença de sirenes.

A Luzina funcionará apenas quando o carro estiver ligado. A Luzina a todo instante estará conectada com a saída de energia do acendedor de cigarro. O plug do acendedor de cigarro tem formato e medidas padronizadas, é um item que pode ser comprado pronto de um fornecedor.

Discutidas as funções do microcontrolador, percebemos a sua importância na eletrônica do produto. O circuito eletrônico a ser montado girará em torno deste componente. O circuito atuará como uma ponte entre:

- < O microcontrolador e o LED;
- < O microcontrolador e o microfone;
- < O microcontrolador e o plug do acendedor de cigarro.

O circuito deve ser capaz de lidar as variações de corrente e tensão provenientes da saída do acendedor de cigarro através de um sistema amortecedor composto por capacitores e outros componentes. A voltagem do acendedor de cigarro é de aproximadamente 12,5V quando o motor está desligado, 14,5V quando o veículo está com o motor ligado e entre 5V e 6V no momento da partida. O nível das variações depende de veículo para veículo e deve ser considerada no projeto.

Projetada a parte eletrônica do produto em termos macro, caberia alocar a um engenheiro elétrico a responsabilidade para projetar a eletrônica em termos do específico. Caberia ao engenheiro elétrico as seguintes tarefas:

- < Ajudar na seleção do microcontrolador mais apropriado para o produto ao fornecer informações sobre viabilidade técnica de cada um;
- < Escrever o programa do microcontrolador seguindo as diretrizes descritas anteriormente (identificação da sirene e gestão de energia);
- < Projetar o circuito elétrico que permitirá o microcontrolador se comunicar com a lâmpada de LED, com o microfone e com a fonte do acendedor de cigarro.

O cabo que liga o circuito do produto ao plug do acendedor de cigarro deve ter no mínimo 1,25m para que o produto sempre alcance a fonte de energia.

PARTE 2

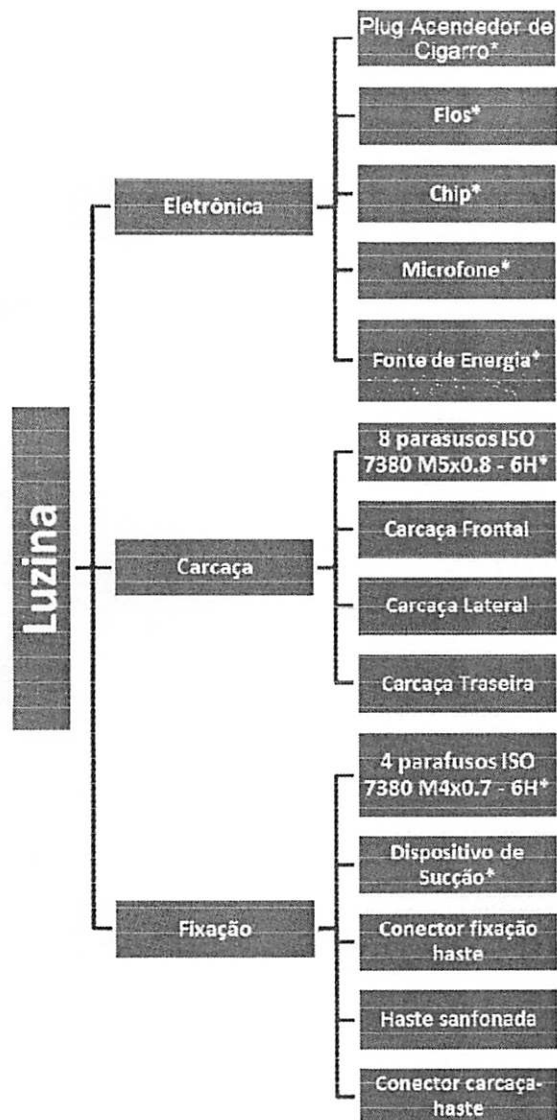
6 Detalhamento do produto e o processo de Fabricação

O processo de fabricação influencia no design do produto. O detalhamento depende do processo de fabricação, estando bem interligados.

Será assumido que o produto será fabricado em uma empresa que já fabrica outros produtos, ou seja, que não será montada uma indústria para fabricar nosso produto. Usaremos as instalações e muitos equipamentos de indústrias existentes.

A priori assumiremos a hipótese de que faremos todos os componentes do produto.

7 Conjunto do Produto







*itens comprados




Componente	Comentários
Carcça frontal	Peça no qual o chip é fixado. É de fundamental importância para a proteção do produto. As tolerâncias especificadas são essenciais para que este componente se fixe com o chip e seja compatível com o encaixe lateral.
Conector haste-dispositivo de sucção	O conector liga a haste à ventosa. Componente simples, não há <u>especificações específicas.</u>

Haste	Conecta o componente Trás 2 ao conector. Este componente também é simples, não há especificações específicas.
Carcaça Lateral	A lateral do produto se encaixa na carcaça. A necessidade de uma tolerância menor para sua altura provém justamente por causa desse encaixe.
Carcaça traseira	Este componente se fixa na carcaça por meio de parafusos e porcas. As tolerâncias especificadas são relativas à fixação à carcaça e ao componente "trás 2"
Conector carcaça traseira-haste	Este componente conecta o "Trás" à "haste". As tolerâncias especificadas também são relativas à fixação

8 Constituição do Produto

Foi selecionada, para a matéria prima da carcaça, o plástico polipropileno de baixa densidade. O critério foi a comparação de produtos que necessitam ter características similares. Carcaças de produtos (GPS, brinquedos, entre outros) geralmente são feitas de polipropileno.

Código de identificação do plástico	Name of plastic/Nome do plástico	Descrição	Alguns usos para o plástico virgem	Alguns usos para o plástico reciclado
 PETE	Poliétileno tereftalato PET	Plástico resistente, pode ser usado como uma fibra	Refrigerantes e garrafas de água mineral, de enchimento para sacos de dormir e almofadas, fibras têxteis.	Garrafas de bebida, garrafas de detergente, película transparente, para embalagens, fibras, tapetes e casacos fleecy.
 HDPE	Poliétileno de alta densidade HDPE	Plástico muito comum, geralmente branco ou colorido.	Sacolas de compras, sacos de freezer, creme de leite e garrafas, frascos para shampoo e produtos de limpeza, caixas de leite.	Recipientes de compostagem, garrafas de detergente, engradados, caixotes do lixo móveis, tubos agrícolas, pallets, caixas de reciclagem berma.
 V	Cloreto de polivinil não plastificado UPVC	Plástico duro e rígido,.	Garrafas de sucos, embalagens, tubos de canalização e acessórios.	Garrafas de detergente, telhas, acessórios para tubos de canalização.
	Cloreto de polivinil plastificado PPVC	Flexível, limpo, plástico elástico.	Garden hose, shoe soles, blood bags and tubing. Mangueira de jardim, solas de sapatos, bolsas de sangue e tubos.	Parte interna da mangueira, piso industrial flooring.
 LDPE	Poliétileno de baixa densidade LDPE	Macio, plástico flexível.	Tampas de embalagens de sorvete, sacos de lixo, latas de	Filme para os construtores, indústria de embalagens de plantas e sacos.

			lixo, plástico preto.	
	Polipropileno PP	Rígido, mas flexível, muitos usos.	Recipientes de sorvete, sacos de batata crisp, canudinhos, lancheiras articuladas.	Recipientes de compostagem, caixas de reciclagem berma, automotivo (pára-choques, capas, trim), garrafas, tampas, caixas, cabos, caixas
	Poliestireno PS	Rigid, brittle plastic. May be clear, glassy. Foamed, lightweight, energy absorbing, thermal insulation. Plástico rígido, quebradiço. Pode ser claro, vítreo. Espuma, energia, absorvendo leve, isolamento térmico.	Recipientes de iogurte, talheres de plástico, imitação de cristal "vidro". Isopor. Copos de bebidas quentes, recipientes de comida para levar, bandejas de carne, de embalagens.	Molas de roupa, cabides, acessórios de escritório, bobinas, réguas, vídeo /caixas de CD.
	Todos os outros plásticos, incluindo acrílico e nylon. Estes não podem ser reciclados.			

9 Plano Macro de Montagem

O Plano Macro do Processo de Montagem registra as informações, de forma precisa e padronizada, sobre as operações a serem executadas para montagem do produto. Ele se resume à descrição das etapas de montagem da Luzina. São elas:

1. Parafusar o chip à parte da frente da carcaça frontal.

A carcaça frontal já é fabricada com quatro furos na face da frente, de 4 milímetros de diâmetro cada um, para a parafusagem do circuito eletrônico. Serão utilizadas porcas para fixarem o circuito à carcaça.

2. Encaixar a carcaça lateral nos sulcos existentes na parte lateral da carcaça frontal.

A carcaça lateral será encaixada ao conjunto carcaça frontal + circuito eletrônico através dos sulcos existentes na peça frontal. Os sulcos são projetados e fabricados seguindo as dimensões especificadas de forma que o encaixe da carcaça lateral ao conjunto não exija grande esforço do montador.

3. Fixar a carcaça traseira à frontal parafusando as faces superior e inferior.

A carcaça traseira será fixada ao conjunto previamente montado formando o sistema principal de componentes do produto. Ela será parafusada a através de dois furos na parte superior e dois na parte inferior. As faces superior e inferior da carcaça traseira ficam para dentro da caixa-conjunto do produto, como se pode ver na figura 3 (Vista explodida do conjunto-carcaça do produto).

4. Fixar o conector carcaça-haste ao conjunto previamente montado parafusando a base do conector à face de trás da carcaça traseira.

Seguindo o processo de montagem, o conector carcaça-haste será acoplado ao sistema, sendo parafusado a quatro furos existentes na parte de trás da carcaça traseira. Cada um dos furos tem quatro milímetros de diâmetro.

5. Rosquear a haste sanfonada ao conector carcaça-haste.

A haste sanfonada foi projetada de forma que a sua fixação ao sistema seja simples. Ela será rosqueada ao conector carcaça-haste que foi acoplado ao conjunto de componentes no passo anterior.

6. Fixar o dispositivo de fixação ventosa-haste à ventosa, parafusando-o o conjunto.

Segue-se a montagem passando agora ao acoplamento do conector de fixação ventosa-haste com a ventosa. O primeiro se trata de uma peça cilíndrica, com uma rosca interna, fixado à ventosa atravessando-se o parafuso transversalmente ao eixo do conector.

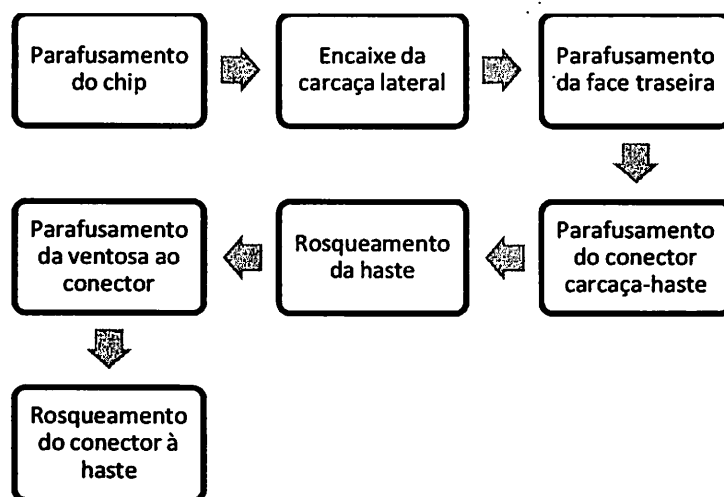
7. Rosquear o conjunto conector de fixação ventosa-haste + ventosa à haste sanfonada.

Na etapa final da montagem será realizada a fixação do conjunto conector de fixação ventosa-haste + ventosa à haste sanfonada. Essa fixação é feita através de um rosqueamento do conector à haste.

O processo de montagem do produto Luzina pode ser considerado simples e não necessita do montador nenhum conhecimento técnico mais específico.

Montagem geral

O processo de montagem será feito por parafusagem, rosqueamento e encaixe de peças. O fluxo de processos de montagem da Luzina é apresentado a seguir:



Para acoplar o chip à carcaça frontal e o conector à carcaça traseira serão utilizados parafusos ISO 7380 de 4mm de diâmetro. A ficha de processo da montagem é apresentada a seguir:

Luzina					
Data: 03/06/2011					
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Parafusar chip	Parafusadeira	1 operário	15	Parafusadeira modelo GSR 18-2 Professional - Bosch
2	Encaixar carcaça lateral	Não utiliza máquina	1 operário	15	Encaixe manual
3	Parafusar face traseira	Parafusadeira	1 operário	15	
4	Parafusar conector	Parafusadeira	1 operário	15	
5	Rosquear haste	Não utiliza máquina	1 operário	12	Rosqueamento manual
6	Parafusar ventosa	Parafusadeira	1 operário	5	
7	Rosquear conector	Não utiliza máquina	1 operário	12	
2	Inspecionar	Visual	1 operário	20	

10 Desenhos de Execução

Nesta seção são apresentados os desenhos de engenharia do produto completos.

As tolerâncias não especificadas nos desenhos são de 0,05mm.

Design Rules for Injection

Maximum wall thickness

- < Decrease the maximum wall thickness of a part to shorten the cycle time (injection time and cooling time specifically) and reduce the part volume
- < Uniform wall thickness will ensure uniform cooling and reduce defects

Corners

- < Round corners to reduce stress concentrations and fracture
- < Inner radius should be at least the thickness of the walls

Draft

- < Apply a draft angle of $1^\circ - 2^\circ$ to all walls parallel to the parting direction to facilitate removing the part from the mold.

Ribs

- < Add ribs for structural support, rather than increasing the wall thickness
- < Orient ribs perpendicular to the axis about which bending may occur
- < Thickness of ribs should be 50-60% of the walls to which they are attached
- < Height of ribs should be less than three times the wall thickness
- < Round the corners at the point of attachment
- < Apply a draft angle of at least 0.25°

Bosses

- < Wall thickness of bosses should be no more than 60% of the main wall thickness
- < Radius at the base should be at least 25% of the main wall thickness

- < Should be supported by ribs that connect to adjacent walls or by gussets at the base.
- < If a boss must be placed near a corner, it should be isolated using ribs.

Undercuts

- < Minimize the number of external undercuts
- < External undercuts require side-cores which add to the tooling cost
- < Some simple external undercuts can be molded by relocating the parting line
- < Redesigning a feature can remove an external undercut
- < Minimize the number of internal undercuts
- < Internal undercuts often require internal core lifters which add to the tooling cost
- < Designing an opening in the side of a part can allow a side-core to form an internal undercut
- < Redesigning a part can remove an internal undercut
- < Minimize number of side-action directions
- < Additional side-action directions will limit the number of possible cavities in the mold

Threads

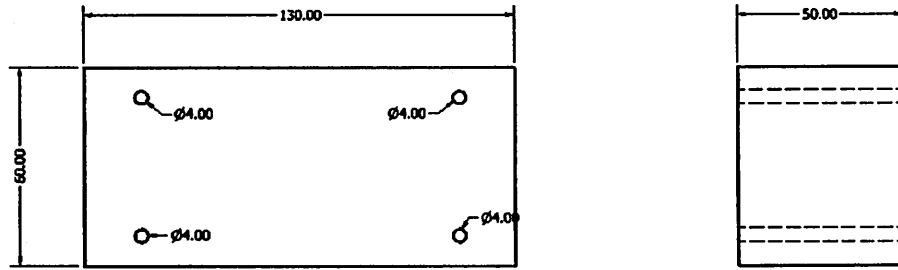
- < If possible, features with external threads should be oriented perpendicular to the parting direction.
- < Threaded features that are parallel to the parting direction will require an unscrewing device, which greatly adds to the tooling cost.

Retirado de:

http://www.custompartnet.com/wu/InjectionMolding#design_rules

10.1.1.1 Dimensão do Circuito Eletrônico

De acordo com o pesquisado, o conjunto chip e microfone devem ter no máximo os valores especificados a seguir. Os furos representados na imagem possuem a função de fixação do chip na carcaça do produto. Parafusos passariam pelos quatro furos da placa e da carcaça frontal e porcas fixariam uma peça à outra.

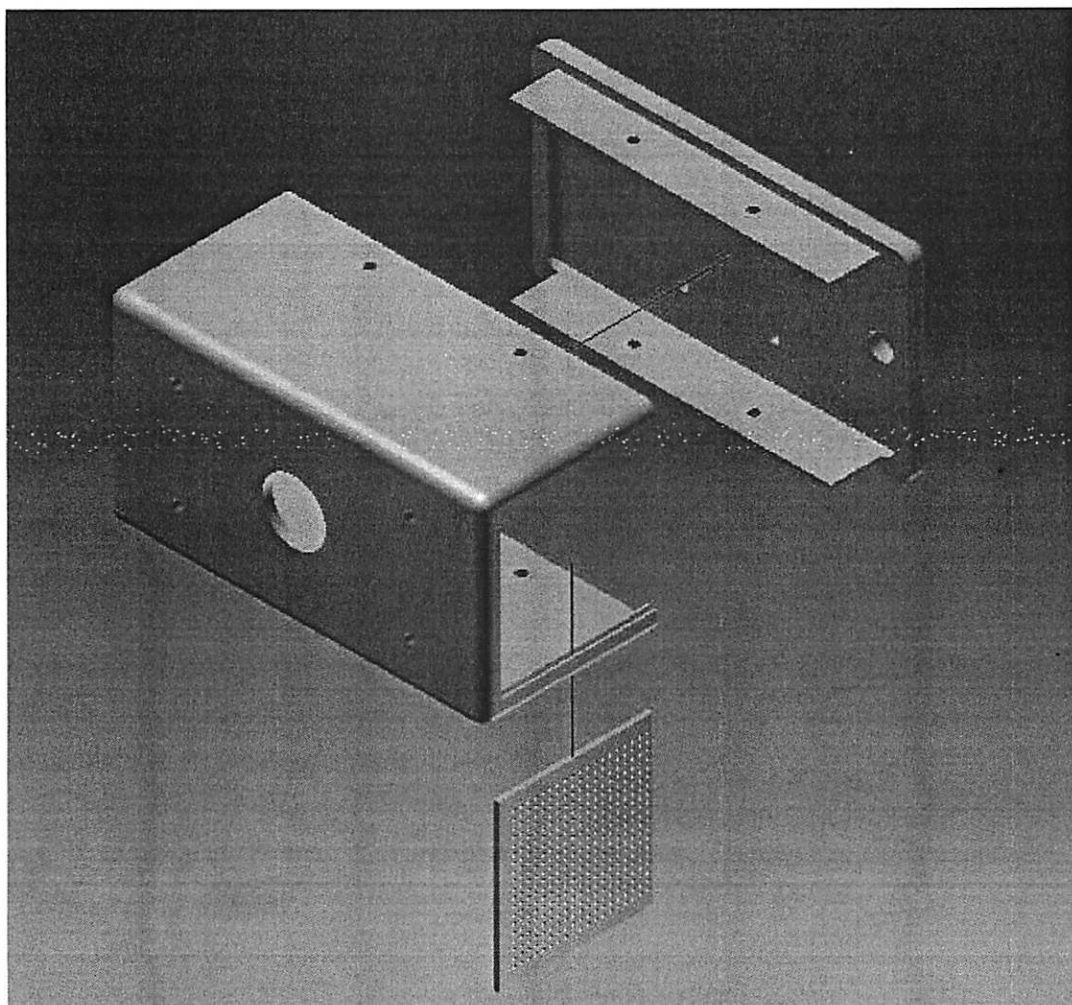


O cabo que liga a placa ao plugo acendedor de cigarro deve ter 1,25m para que o produto sempre alcance a fonte de energia.

10.1.2

10.1.2.1 Carcaça

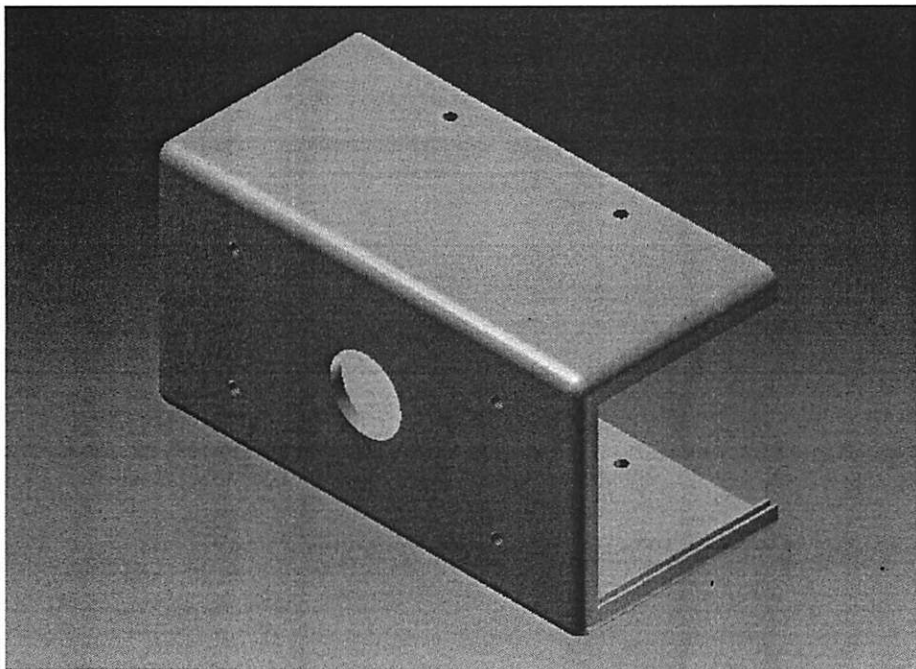
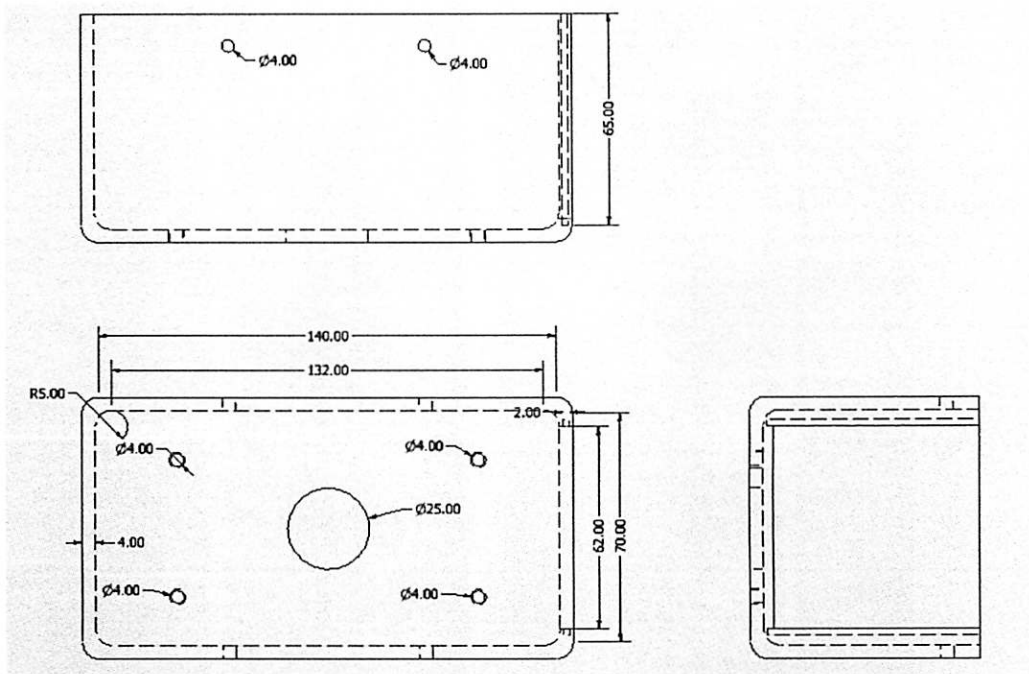
Para definição do formato da carcaça, elementos como a matéria prima e o processo de fabricação foram considerados. Dividimos a carcaça em três partes para que fosse possível a utilização desse processo



10.1.2.2 Carcaça Frontal

As dimensões da carcaça frontal foram realizadas de acordo com as dimensões do conjunto "chip + microfone" estimadas.

Os furos de 4 milímetros de diâmetro da visão frontal são relativos aos parafusos que serão utilizados para fixar o chip da carcaça. O furo de 25 milímetros de diâmetro é onde o LED estará posicionado.

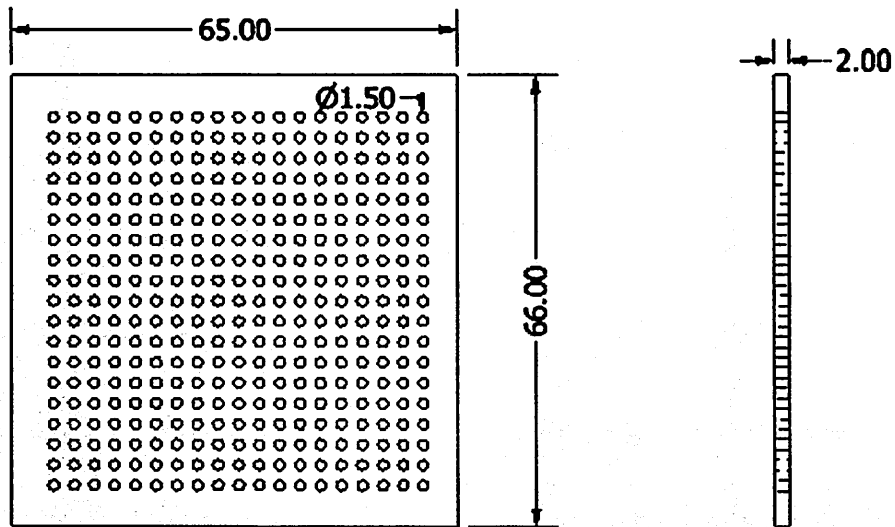


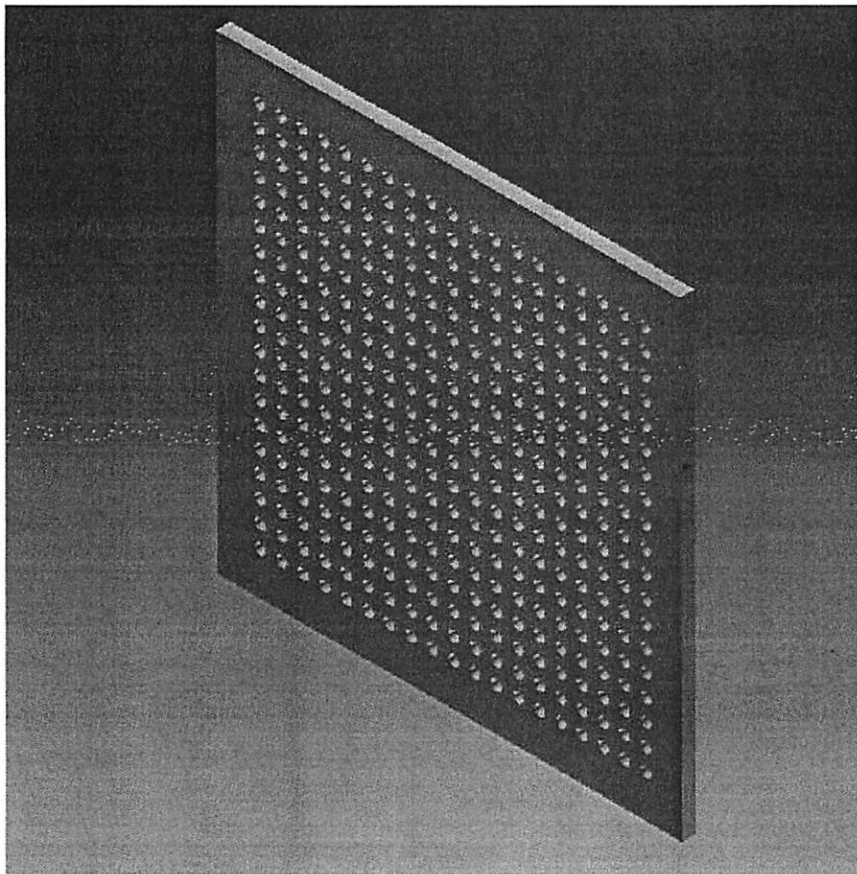
Não há cantos vivos no produto para evitar acidentes no momento da manipulação do aparelho. Os sulcos na lateral do componente são para encaixe da carcaça lateral.

10.1.2.3 Carcaça Lateral

A carcaça lateral foi projetada com diversos furos para facilitar a propagação do som até o microfone, localizado no interior da carcaça. A carcaça lateral tem de ser um item moldado separado da carcaça frontal, porque suas características impedem que os dois componentes sejam fabricados em um mesmo molde, uma vez que haveria um problema espacial para separar o componente do molde.

Deve-se notar que todos os furos possuem o mesmo diâmetro e que a espessura da carcaça lateral é metade do restante da carcaça.





10.1.2.4 Carcaça Traseira

A carcaça traseira foi projetada para facilitar a montagem e desmontagem. Essa é uma característica fundamental da carcaça porque podemos ter acesso ao interior sem ser necessário danificar o componente. Por isso utilizam-se parafusos como método de acoplamento.

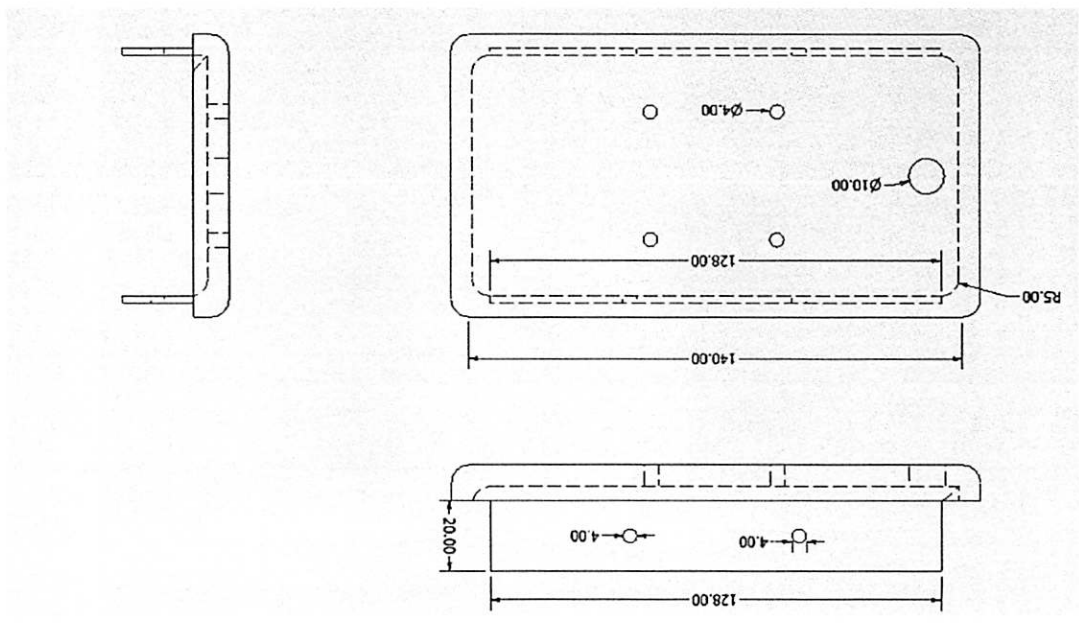
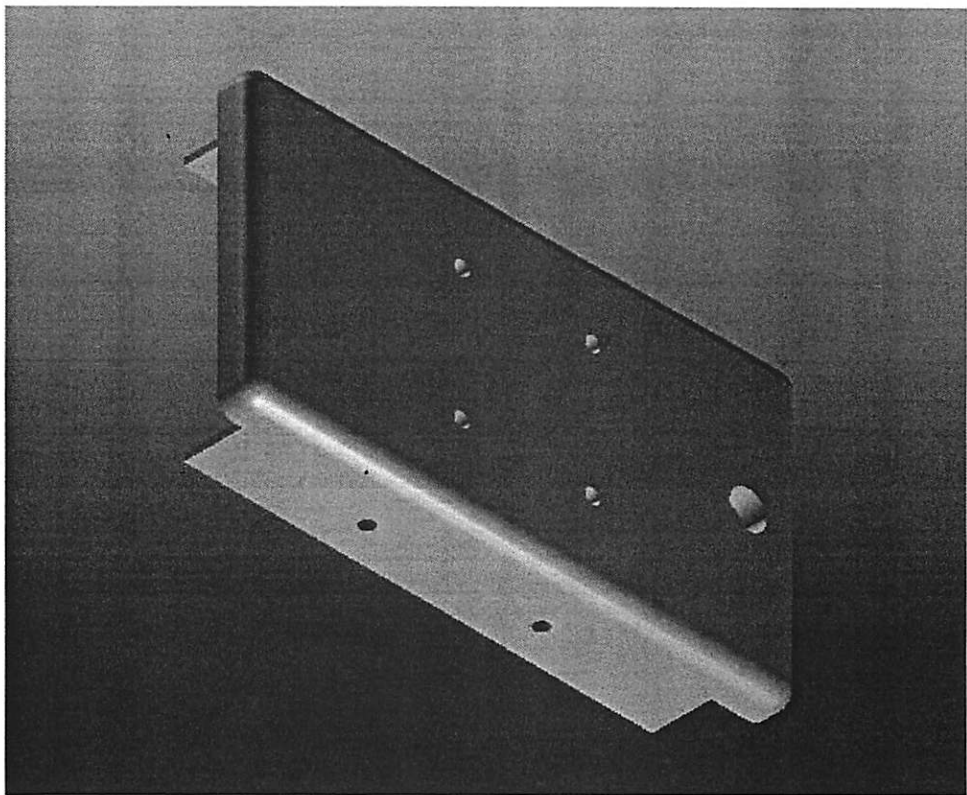
O furo de maior diâmetro na carcaça traseira serve para passar o fio de energia que ligará o chip à fonte.

É na parte traseira que se faz a conexão da carcaça com o sistema de fixação do aparelho

O sistema de fixação estará acoplado na carga traseira e dará sustentação ao produto. Evidencia-se que esta parte do produto é modularizada, ou seja,

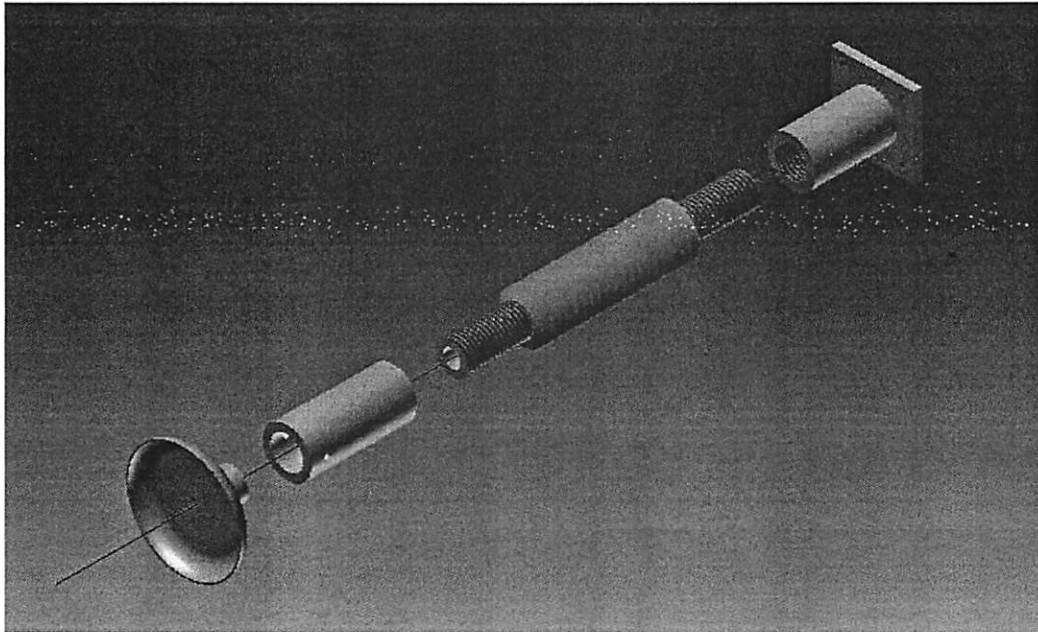
10.1.3.1 Sistema de Fixação

10.1.3



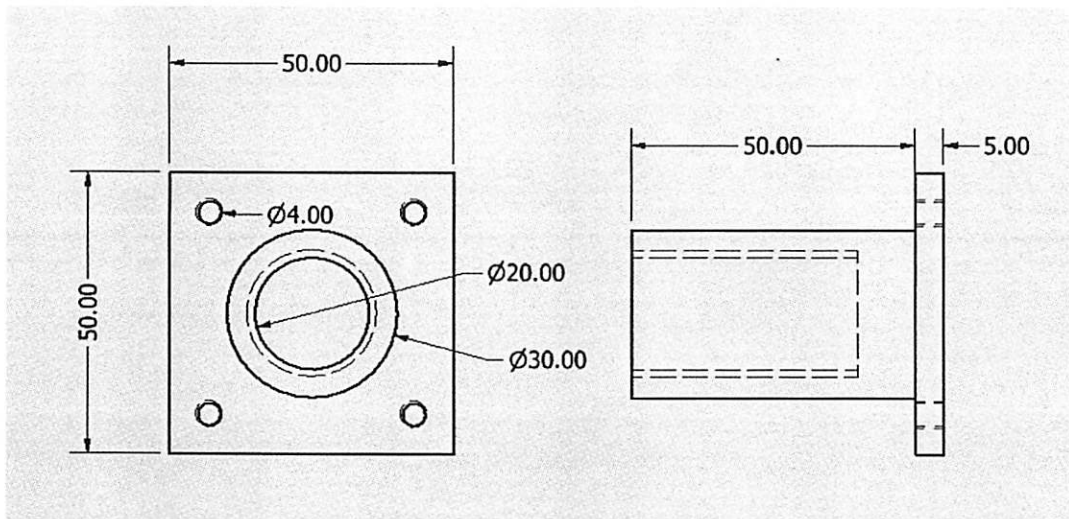
pode ser substituído por outro sistema de fixação caso haja desejo e exista disponibilidade de outro sistema.

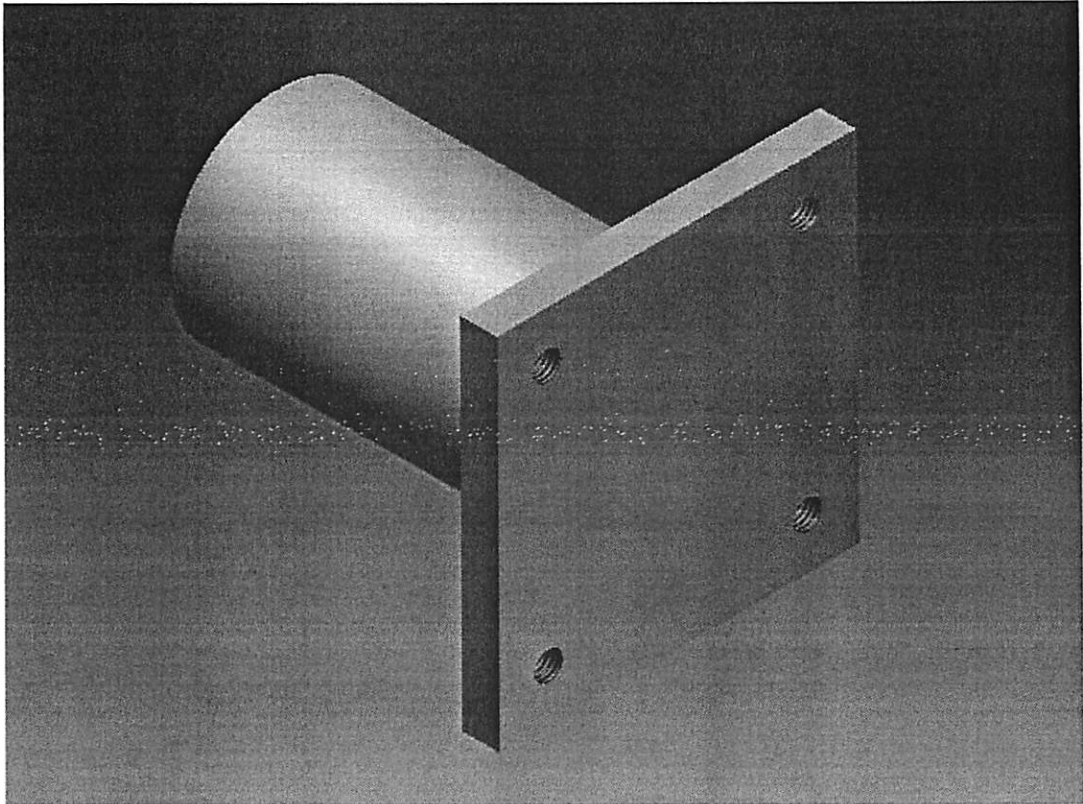
O componente realiza a conexão entre a carcaça e a haste. Ele é parafusado na carcaça e na haste é rosqueado.



10.1.3.2 Conector Carcaça-Haste

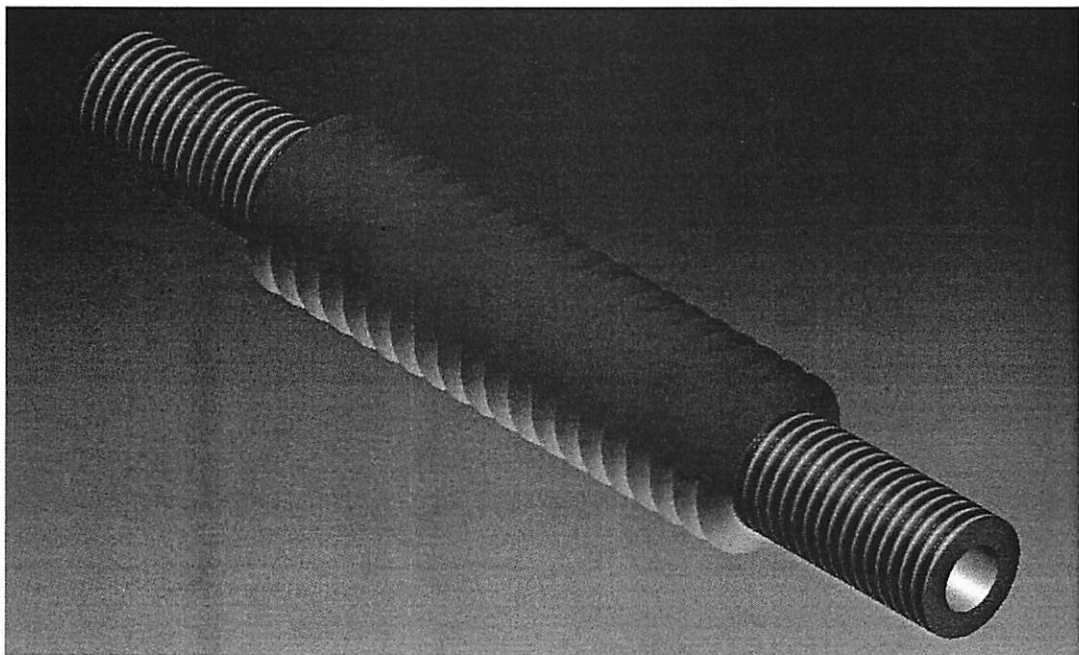
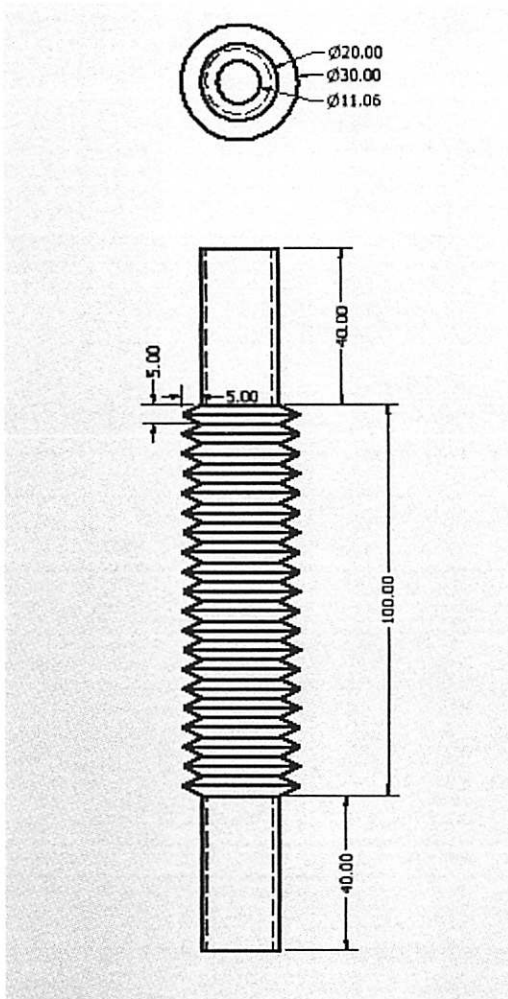
O componente realiza a conexão entre a carcaça e a haste. Ele é parafusado na carcaça e na haste é rosqueado.





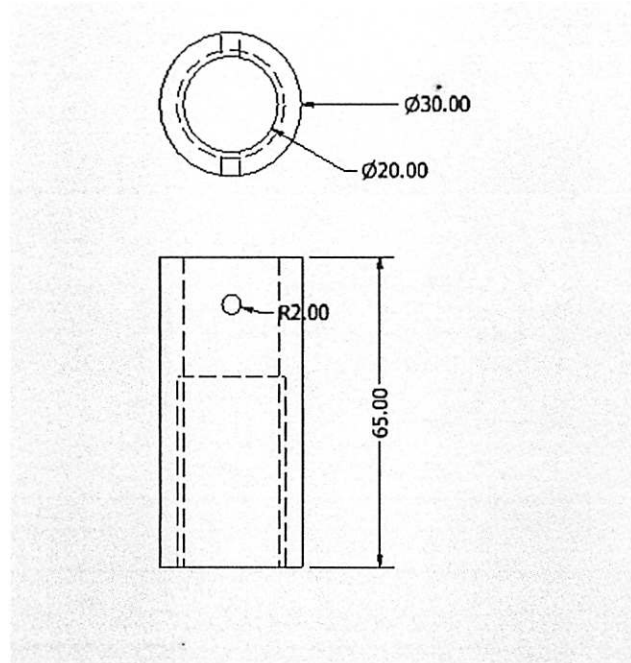
10.1.3.3 Haste Sanfonada

A haste sanfonada permite a mobilidade do produto para melhor ajuste ao campo de visão do motorista. Ela é rosqueada ao conector carcaça-haste e o dispositivo de fixação.

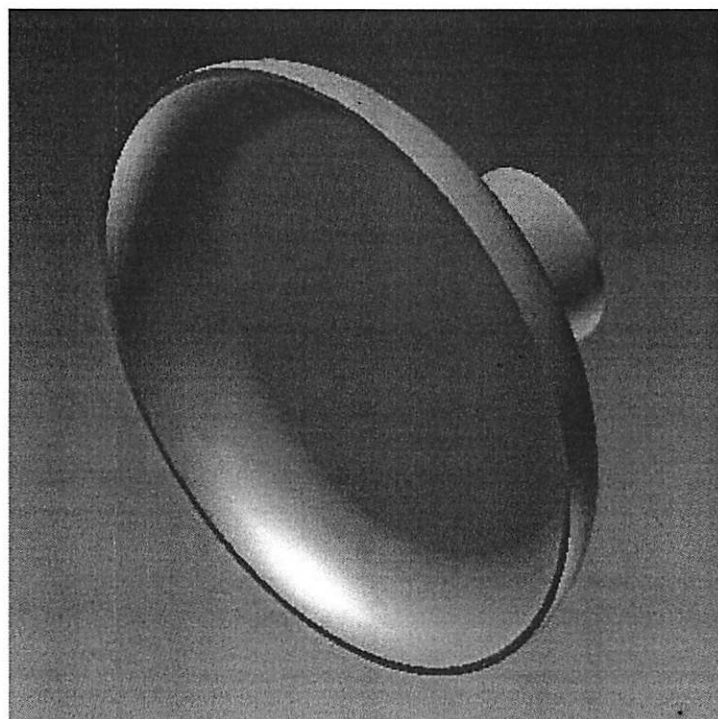
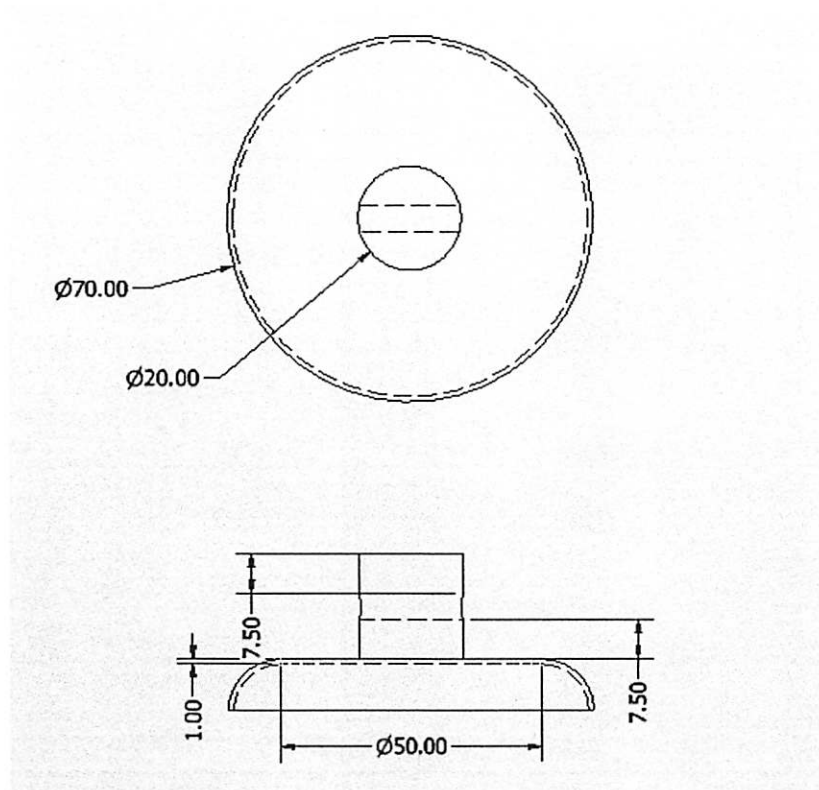


10.1.3.4 Conector dispositivo de Fixação - Haste

É ele que faz a ligação entre a haste e o dispositivo de fixação. A ligação com a haste é rosqueada, enquanto com o dispositivo é através de parafusos e roscas.



O dispositivo de fixação pensado para o produto inicialmente funciona por sucção.

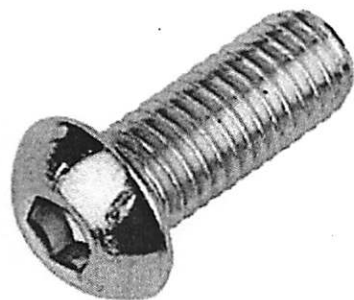
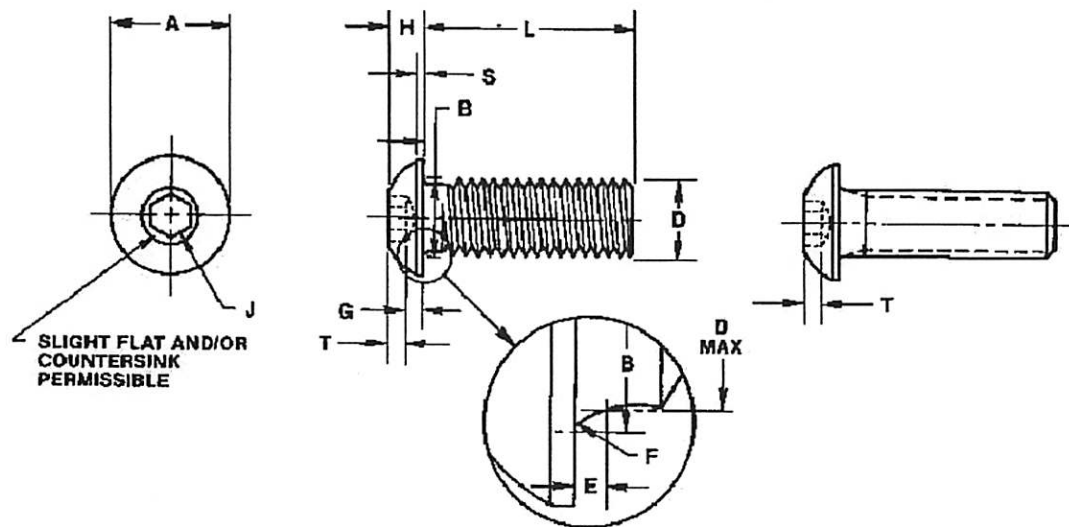


11 Documentação Técnica

11.1 Lista de materiais e de componentes externos com especificações

11.1.1 Parafusos

Abaixo estão as especificações de ambos os parafusos, tanto o ISO 7380 M4x0.7-6H e o ISO 7380 M5x0.7-6H.



Diâmetr	A	H	S	J	T
---------	---	---	---	---	---

Tamanho nominal do parafuso	Diâmetro da cabeça		Altura da cabeça		Altura lateral da cabeça	Tamanho nominal do hexágono	Encaixe da chave
	Min.	Max.	Min.	Max.			
M4 x 0.7	7.24	7.60	1.95	2.20	0.38	2.5	1.30
M5 x 0.8	9.14	9.50	2.50	2.75	0.50	3.0	1.56

Nominal Screw Diameter and Thread Pitch	G	B			E	F	L
	Espessura da parede	Área sob a cabeça				Raio de Junção	Comprimento máximo padrão
		Diâmetro de transição	Comprimento de transição		Max.		
Min.	Min.	Max.	Max.	Max.	Min.	Nom	
M4 x 0.7	0.30	4.4	4.7	0.60	0.20	20	
M5 x 0.8	0.38	5.4	5.7	0.60	0.20	30	

11.1.2 Parte Eletrônica

Código	Quantidade	Descrição
CIRC	1	Circuito com PIC, microfone e lâmpada
Ca	1	Cabo
Pg	1	Plug para o acendedor de cigarro

11.1.2.1 Cabo

O cabo que liga o circuito ao plug acendedor de cigarro tem bitola especificada de 2,5mm, material cobre.

11.1.2.2 Soquete

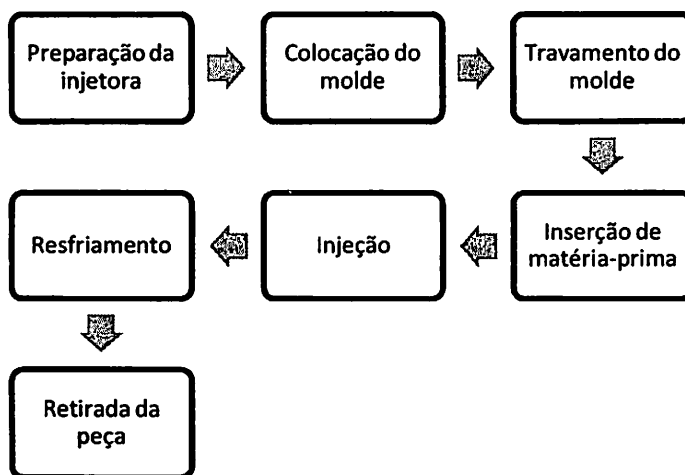
As especificações do soquete seguem os padrões internacionais, indicadas anteriormente.

12 Processo de Fabricação

Fichas de processo pra cada componente, incluindo especificação de máquinas e ferramentas.

Carcaça

A fabricação da carcaça será feita pelo processo de injeção. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxo de processos da fabricação do componente:



A seguir, apresenta-se a ficha de processo da fabricação, por injeção, dos componentes:

Peça nº 1 Nome: Carcaça		Desenho nº:			
Material: PP (Polipropileno)			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pc)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Colocar o molde	Injetora	1 operário		O molde é colocado na máquina.
2	Travar o molde	Injetora	1 operário		O motor hidráulico acopla e trava

					as duas metades do molde.
3	Alimentar a máquina com a matéria-prima	Injetora	1 operário		Os grânulos de plástico são adicionados à injetora, fundidos e injetados no molde.
4	Retirar peça resfriada	Injetora	1 operário		Depois do processo de resfriamento da peça ela é retirada da máquina, abrindo o molde.
5	Inspeção	Visual	1 operário		

12.1.1 Carcaça lateral

A fabricação da carcaça lateral (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) será feita por injeção. A ficha de processo da fabricação é apresentada a seguir:

Peça nº 2 Nome: Carcaça lateral		Desenho nº:			
Material: PP (Polipropileno)			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Injeção	Injetora	1 operário	100	Processo de injeção do material polimérico granulado.
2	Inspeção	Visual	1 operário	20	

12.1.2 Carcaça traseira

A fabricação da carcaça lateral (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) será feita por injeção. A ficha de processo da fabricação é apresentada a seguir:

Peça nº 3 Nome: Carcaça traseira		Desenho nº:			
Material: PP (Polipropileno)			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Injeção	Injetora	1 operário	100	Processo de injeção do material polimérico granulado.
2	Inspeção	Visual	1 operário	20	

Haste sanfonada

A fabricação da carcaça lateral (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) será feita por injeção. A ficha de processo da fabricação é apresentada a seguir:

Peça nº 4 Nome: Haste sanfonada		Desenho nº:			
Material: PA 6 (Poliamida 6)			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Injeção	Injetora	1 operário	100	Processo de injeção do material polimérico granulado.
2	Rosqueamento	Rosqueadeira	1 operário	20	A rosca externa é feita na haste já na sua forma final
3	Inspeção	Visual	1 operário	20	

12.1.3 Conector carcaça-haste

A fabricação do conector (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) será feita por injeção. A ficha de processo da fabricação é apresentada a seguir:

Peça nº 5 Nome: Conector carcaça - haste		Desenho nº:			
Material: PP (Polipropileno)			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Injeção	Injetora	1 operário	100	Processo de injeção do material polimérico granulado.
2	Rosqueamento	Rosqueadeira	1 operário	20	A rosca interna que é feita no conector
3	Inspeção	Visual	1 operário	20	

12.1.4 Conector dispositivo de fixação-haste

A fabricação do conector (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) será feita pelo processo de extrusão. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxo de processos da fabricação dos componentes:



Processo de fabricação da haste

A ficha de processo de fabricação do conector é dada a seguir:

Peça nº 6 Nome: Conector		Desenho nº:			
Material: PP (Polipropileno)			Data: 03/06/2011		
Operações	Equipamento	Mão de	Tempo	Obs.	

Nº	Descrição		obra	padrão (min/100pç)	
1	Injeção	Injetora	1 operário	100	Processo de injeção do material polimérico granulado.
2	Rosqueamento	Rosqueadeira	1 operário	20	A rosca interna que é feita no conector
3	Inspeção	Visual	1 operário	20	

Montagem do Circuito

O processo de montagem do circuito é realizado através da soldagem dos circuitos.

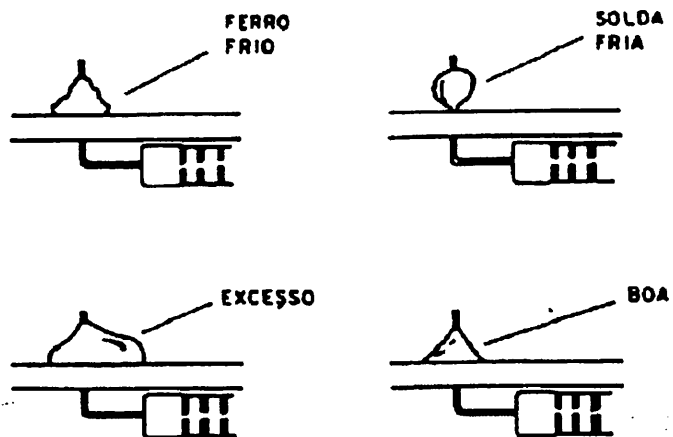
A ficha de processo para essa montagem é apresentada abaixo:

Peça nº 7 Nome: Chip		Desenho nº:			
Material:			Data: 03/06/2011		
Operações		Equipamento	Mão de obra	Tempo padrão (min/100pç)	Obs.
Nº	Descrição				
1	Soldagem	Ferro de soldar	1 operário	500	Os circuitos são soldados no chip.
3	Inspeção	Bateria, CD de testes	1 operário	20	

12.1.5 Diretrizes para o processo de soldagem

1. Manter a ponta do ferro limpa. Implica melhor condução de calor uniforme e melhor solda.
2. Checar todas as soldas. Verificar a qualidade das soldas para checagem da existência de soldas frias.
3. Soldar partes pequenas e menos sensíveis primeiro. Soldar os resistores, capacitores, transistores e diodos antes de peças maiores como a lâmpada, microfone e suporte da bateria.

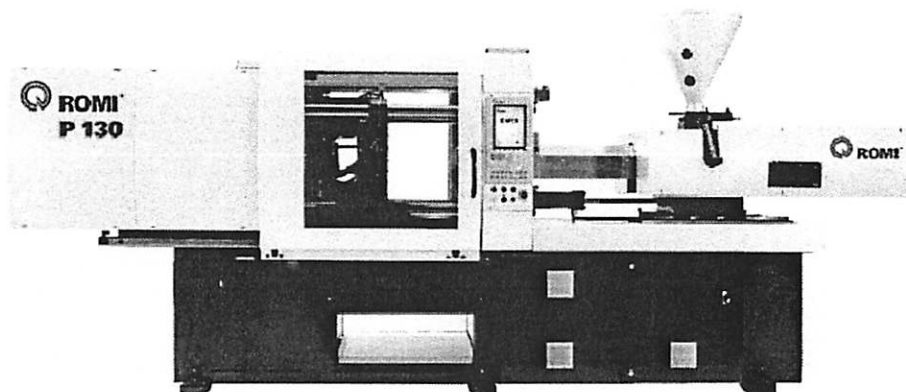
4. Usar ventilação adequada. A fumaça do ferro de solda não deve contaminar a placa.



13 Ferramentas e Dispositivos

13.1 Injetora

Injetora para Plásticos ROMI P 130



Requisitos técnicos de segurança conforme normas: NR12, ABNT NBR 13536

Características Principais

- < Especificações conforme normas EUROMAP.
- < Requisitos Técnicos de Segurança conforme norma ABNT NBR 13536 (NR 12).
- < Sistema de fechamento bi-toggle mecânico- hidráulico de 5 pontos.
- < Rasgos em T para a fixação dos moldes (standard).
- < Placas porta-molde reforçadas, com grande distância entre as colunas.
- < Sistema de controle compreendendo controlador da máquina e painel de operação integrados em um mesmo componente.
- < Utilização de recursos gráficos.
- < Painel CM 10- programação e navegação por tecla sensível ao toque (touch screen).
- < Arquivo de programas internamente e Pen-drive USB.
- < Conexão de impressora padrão USB.
- < Perfil de fechamento definido por 3 fases com posições, pressões e velocidades programáveis, além da proteção do molde e travamento.
- < Perfil de abertura definido por 3 fases com posições, pressões e velocidades programáveis.
- < Controle de posição e velocidade de movimentos da placa móvel em loop fechado.
- < Velocidade de injeção programável em 5 fases e de plastificação em 5 fases.
- < Pressão de recalque programável em 5 fases, comandadas por válvula proporcional de pressão.

< Temperaturas com controle PID no cilindro plastificador.

Especificações técnicas

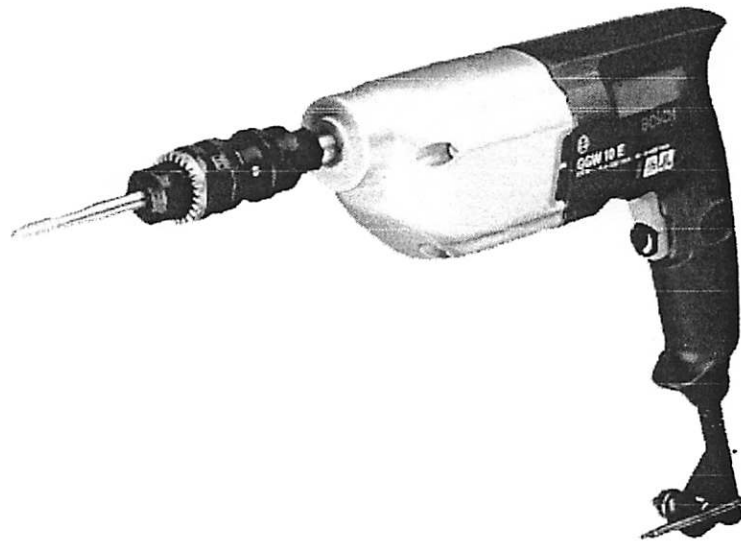
Características técnicas		ROMI P 80				ROMI P 130			
Unidade de fechamento									
Força de fechamento do molde	t	80				130			
Curso máximo de abertura	mm	360				420			
Altura do molde (máximo x mínimo)	mm	360 x 130				460 x 160			
Tamanho mínimo do molde = quadrado	mm	265 x 265				300 x 300			
Tamanho máximo do molde = redondo	mm	290				340			
Tamanho máximo do molde	mm	540 x 360				640 x 420			
Tamanho das placas (horiz x vert)	mm	540 x 540				640 x 640			
Espaço entre colunas (horiz x vert)	mm	360 x 360				420 x 420			
Diâmetro das colunas	mm	60				72			
Abertura livre máxima	mm	720				880			
Extrator hidráulico	Força de extração	t				3,5			
	Curso	mm				100			
Unidade de Injeção									
Classificação EURMAP		370				650			
Diâmetro do parafuso	mm	30	35	40	45	40	45	50	55
Razão do parafuso	L/D	25	22	20	18	25	22	20	18
Curso máximo de injeção	mm	180	180	180	180	205	205	205	205
Volume máximo de injeção	cm ³	127	173	226	286	258	326	402	487
Peso máximo de injeção (PS)	g	120*	165*	215*	270*	245	305	380	460
Pressão máxima de injeção @ 190	bar	2.900	2.130	1.630	1.300	2.550	2.015	1.630	1.350
Razão de injeção @ Pmax	cm ³ /s	80	110	145	185	140	180	220	270
Capacidade de plastificação (1)	g/s	10	15	22	30	17	24	33	44
Velocidade do parafuso (máxima)	rpm	345 rpm @ 36 kgf.m				260 rpm @ 78 kgf.m			
Torque no parafuso (máximo)	kgf.m	48 kgf.m @ 240 rpm				100 kgf.m @ 170 rpm			
Curso da unidade injetora	mm	300				330			
Volume do funil	dm ³	70				70			
Diâmetro máximo do bico (2)	mm	18	21	24	27	20	22	24	27
Dados hidráulicos									
Pressão do sistema hidráulico	bar	180				190			
Capacidade do reservatório de óleo	l	170				240			
Dados elétricos									
Motor principal	cv	20				30			
Zonas de aquecimento (inclusive bico)		4				4			
Potência de aquecimento	kW	10,0				14,0			
Dados gerais									
Ciclo em vazio (EURMAP 6)	s	1,6				1,8			
Dimensões da máquina (G x L x A) (3)	m	4,44 x 1,50 x 2,18				4,98 x 1,63 x 2,25			
Peso da máquina (aproximado)	kg	3.800				5.300			

(1) Valores instantâneos estimados, referentes ao Poliestireno (PS) a temperatura de 220°C

(2) Diâmetro máximo da área projetada do bico

13.2 Rosqueadeira

Rosqueadeira GGW 10 E Professional - Bosch



Características Principais:

- < Alta precisão e ergonomia.
- < Velocidade variável com 7 estágios.
- < Empunhadura tipo Slim Line e design compacto, garantindo agarre firme para trabalho preciso, seguro e sem fadiga.
- < Mandril articulado.
- < Capacidade para roscas até M10.
- < Acionamento automático de rotação.
- < Grande reserva de potência.

Especificações técnicas:

Características técnicas Rosqueadeira GGW 10 E Professional	
Potência	500 watts
Rotação – direita	0 – 350 min ⁻¹
Rotação – esquerda	0 – 600 min ⁻¹
Rosca	4 – 10 mm
Peso	2,3 kg
220 / 230 V	0 601 462 850

13.3 Parafusadeira

Parafusadeira / Furadeira GSR 18-2 Professional – Bosch



Características Principais:

- ⟨ A mais compacta e leve da categoria: 210 mm de largura e apenas 1,8 kg.
- ⟨ Desempenho imbatível: faz 23% mais parafusamentos (3,5 x 40 mm) que a principal concorrente.
- ⟨ 25 configurações de torque + 1 de perfuração: ampla variedade e precisão em aplicações.
- ⟨ Otimização do sistema de engrenagens garante alto torque (45 Nm) para diversas aplicações.
- ⟨ 2 velocidades: alto desempenho mesmo em aplicações pesadas.
- ⟨ Bateria compacta com sistema de encaixe prático e seguro.
- ⟨ Mandril de aperto rápido de 10 mm.

Especificações técnicas:

Características técnicas Parafusadeira / Furadeira GSR 18-2 Professional	
Voltagem	18 V
Nº de rotações sem carga	0 - 400 / 1.250 min-1
Máx. capacidade de perfuração:	aço 10 mm Ø / madeira 29 mm Ø
Máx. Ø de parafusos	8 mm
Máx. Torque duro / leve	22 / 45 Nm
Mandril sem chave	1 - 10 mm
Peso (com bateria)	1,8 kg
Bateria	1.5 Ah NiCd
115 / 127 V	0 601 918 3D0
220 / 230 V	0 601 918 3E0
Acompanham	1 carregador de 60', 2 baterias 18 V NiCd 1.5 Ah, maleta de transporte

13.4 Ferro de soldar

Ferro de Soldar 220V~ 70W Fame



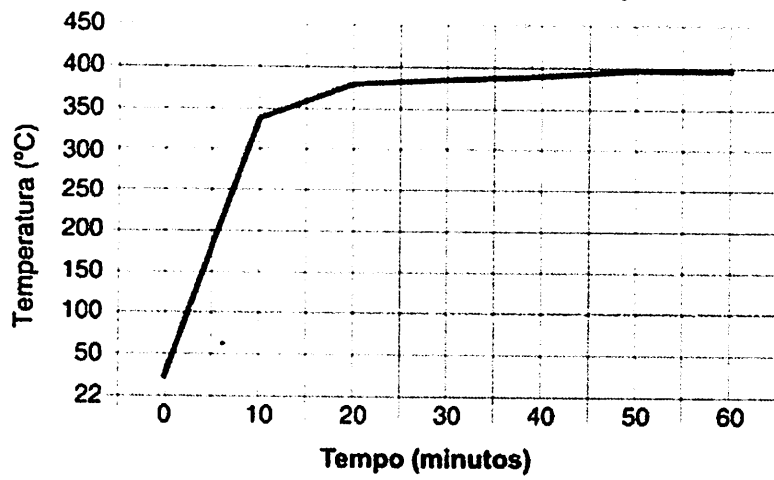
Características Principais

- < Ferro de Soldar 70W - Indicado para eletroeletrônicos e utilização em pequenas oficinas
- < A FAME LTDA, garante este produto contra eventuais defeitos de fabricação pelo prazo de 90 dias, contados e comprovados pela data de emissão do comprovante fiscal de venda ao consumidor, com atendimento no próprio local de aquisição.

Especificações técnicas

Gráfico Explicativo

Elevação de Temperatura



220V~	22	340	380	385	390	400	400
-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ferro de Soldar 70W

14 FMEA do processo

Probabilidade de Ocorrência	Gravidade	Probabilidade de Detecção
1 - Muito Remota		1 - Muito Alta
2 - Muito Pequena	1 - Apenas Perceptível	2, 3 - Alta
3 - Pequena	2, 3 - Pouca Importância	4, 5, 6 - Moderada
4, 5, 6 - Moderada	4, 5, 6 - Moderadamente Grave	7, 8 - Pequena
7, 8 - Alta	7, 8 - Grave	9 - Muito Pequena
9, 10 - Muito Alta	9, 10 - Extremamente Grave	10 - Remota

15 FMEA do produto

16 Controle de Qualidade

Por ser um item que visa à segurança, é fundamental que a Luzina não falhe quando for requisitada, o que torna a questão do controle da qualidade imprescindível no processo. Apresentamos aqui os procedimentos que devem ser seguidos de modo a manter um controle sobre a qualidade num nível mínimo aceitável para condizer com as expectativas dos clientes e não causar danos. O componente crítico principal para a realização do controle da qualidade escolhido aqui foi o circuito da Luzina.

No desenvolvimento do controle da qualidade foram relevados também os pontos críticos levantados nos FMEAs e os modos de controle de falhas especificados.

Primeiramente, o controle de qualidade será baseado em uma inspeção 100%. Isso, pois todos os produtos devem obrigatoriamente sair funcionando. Como o nível de produção estimado para o produto não é elevado, esse alto nível de inspeção não gera custos demasiados nem aumenta muito o *lead time* de entrega ou causa gargalos.

Uma das inspeções será feita para o circuito já pronto, antes dele ser ligado à carcaça. Isso para que circuitos com defeitos não sejam desnecessariamente fixados na carcaça e, caso possível, sejam mais rapidamente enviados de volta para retrabalho ou consertos. Assim, logo após o circuito ficar pronto o próprio funcionário que montou o testa.

O teste será feito acoplando-se UMA BATERIA ao circuito, de modo a fornecer energia para ele funcionar. Em seguida toca-se um som gravado padrão de ambulância e verifica-se se a lâmpada LED acende. O funcionário também faz uma verificação visual e “sacode” o circuito para ver se as peças estão firmes. Em caso positivo, o circuito é aprovado e encaminhado para o término do processo de montagem. Caso contrário, o funcionário deve fazer pequenos testes de verificação: se as soldas foram bem feitas, o circuito está bem preso, não há peças faltando; também serão realizadas inspeções com instrumentos, como voltímetros, ohmímetros, amperímetros, para verificar se algum dos componentes não está funcionando. Caso o defeito não seja encontrado após essa breve sequencia de testes, o montador passa para o próximo circuito e separa o com defeito. No final do expediente, o montador volta para estes circuitos e verifica o que pode ser corrigido, ou que peças podem ser reaproveitadas. O que não puder é depois separado e destinado ao lixo, ou à reciclagem se for o caso.

De modo a diminuir a probabilidade de erros na montagem dos circuitos será utilizado o Poka-Yoke como ferramenta de controle. As peças necessárias à montagem de 1 circuito estarão previamente separadas em *uma caixa*.

Dessa maneira diminui-se a chance de faltar uma peça no circuito, e facilita o trabalho do montador. A separação será feita manualmente durante o próprio recebimento das matérias-primas, em que o funcionário, além de separar os componentes necessários, também realiza uma primeira inspeção visual dos componentes.

Considerando ainda rapidamente os outros componentes dos produtos, a verificação da carcaça e do dispositivo de fixação será também 100% e feita só visualmente (detectar erros na forma ou de má injeção) e por toque (para verificar a consistência) já que não tem tanta severidade caso tenham algum defeito e erros dimensionais serão percebidos durante o processo de montagem. Esta verificação será feita logo após as carcaças e dispositivos forem terminados do processo de injeção.

O produto, após estar pronto, com a carcaça, o circuito e o sistema de fixação, passa por mais um teste, para verificar se o dispositivo está bem preso e se o circuito ainda responde ao som de uma ambulância. Depois desse último teste, o produto está pronto para ser embalado.

O controle de qualidade deve englobar também os fornecedores. Desde o contato frequente com eles na busca por menores preços, até a distribuição de informações de projeto.

Graças ao alto nível de qualidade que o grupo objetiva, é preferível que os fornecedores possuam, ou sigam, determinados padrões de qualidade, como o ISO 9001. Como a empresa a ser criada é de pequeno porte, não tem muito poder de barganha e, portanto, não tem como exigir qualidade de uma empresa que não a tenha e seja empresa muito maior. Assim, os fornecedores preferencialmente procurados (tanto para o fornecimento de peças do circuito como de material para a carcaça e dispositivos de fixação) serão aqueles que já possuem um sistema de gestão da qualidade.

Críticas e sugestões dos clientes, de modo a buscar uma melhoria contínua no produto e obtenção de *feedbacks*, serão recebidas por e-mail, telefone ou outros contatos.

Encontra-se a seguir o plano de controle simplificado para a carcaça e o circuito.

Plano de Controle									
Nome do Componente	Máq. Dispositivo de Fabricação	Características		Métodos				Plano de Reação	
		Produto	Processo	Especificações de Produto/Tolerância	Técnica/Equip. de Avaliação	Amostra			Método de Controle
						Tamanho	Frequência		
Circuito	Manual/Soldagem	Aparência		Solda bem feita, todas as peças presentes	inspeção visual	100%	Contínua	Inspeção 100%	Procurar defeito c/ multímetro, contagem de peças. Se não conseguir arrumar voltar depois. Possibilidade de descarte
		Lâmpada (circuito)		Acender ao som	Bateria + som gravado	100%	Contínua	Inspeção 100%	
		estrutura		Não soltar peças	"sacudir"	100%	Contínua	Inspeção 100%	

Plano de Controle									
Nome do Componente	Máq. Dispositivo de Fabricação	Características		Métodos				Plano de Reação	
		Produto	Processo	Especificações de Produto/Tolerância	Técnica/Equip. de Avaliação	Amostra			Método de Controle
						Tamanho	Frequência		
Carcaça	Injetora	Aparência		Brilho, sem manchas, marcas de fluxo	inspeção visual	100%	Contínua	Inspeção 100%	Separar peças defeituosas. Verificar se há possibilidade de retrabalho
		Textura		Peça quebradiça, rugosidade muito áspera	Inspeção manual	100%	Contínua	Inspeção 100%	Separar peças defeituosas. Verificar se há possibilidade de retrabalho
		Rebarbas		Sem rebarbas	Manual/Visual	100%	Contínua	Inspeção 100%	Tirar rebarbas
		Rechupe		Peça não incompleta pela chupagem				Inspeção 100%	Separar peças defeituosas. Verificar se há possibilidade de retrabalho
		Dimensão		Tolerâncias especificadas nas folhas de montagem		1ª Peça	Por Lote	Aprovação da 1ª peça	Avisar operador de injetora

17 Embalagem

Nesta seção serão descritos como deve ser o processo de embalagem da Luzina, suas especificações e lista de fornecedores.

Embalagens

O estudo de embalagem do produto é um dos mais importantes no processo de desenvolvimento do produto pois ela influencia em fatores extremamente importantes como:

- 〈 **Proteção Física** - os objetos que contém o pacote pode exigir proteção contra, entre outros, choque mecânico, alta vibração, eletrostática, compressão, temperatura, etc.
- 〈 **Proteção de Propriedades** - Uma barreira contra oxigênio, vapor d'água, poeira, etc, é muitas vezes necessária. A permeabilidade é um fator crítico no design de embalagens. Alguns pacotes contêm dessecantes ou absorvedores de oxigênio para ajudar a prolongar a vida de prateleira. Atmosferas modificadas ou atmosferas controladas também são mantidas em algumas embalagens de alimentos. Manter o conteúdo limpo, fresco, estéril e seguro para a vida de prateleira pretendida é uma função primária.
- 〈 **Conveniência** - Os pacotes podem ter características que agregam conveniência na distribuição, manuseio, empilhamento, exposição, venda, abertura, religamento, uso, distribuição e reutilização.
- 〈 **Contenção e aglomeração** - Pequenos objetos são normalmente agrupados em um único pacote, por questões de eficiência e facilidade de controle. Por exemplo, uma única caixa de 1000 lápis exige um tratamento físico menor do que 1.000 lápis separados. Líquidos, pós e materiais granulados necessitam de contenção.
- 〈 **Segurança** – A embalagem pode desempenhar um papel importante na redução dos riscos de segurança de embarque. Os pacotes podem ser feitos com resistência à adulteração e também pode ser inviolável para ajudar a indicar eventuais adulterações ou para proteger contra crianças. Os pacotes podem ser projetados para ajudar a reduzir os riscos de furtos. Pacotes podem incluir selos de autenticação e

impressão de segurança usar para ajudar a indicar que a embalagem eo conteúdo não são falsificados. Podem incluir dispositivos antirroubo como corante-packs tags, RFID, etc.. É um meio de prevenção de perdas.

- < **O Controle de Porções** - Embalagens servem também para dosar produtos que são muito pequenos, líquidos, em grande quantidade, etc. Ajudam no controle do inventário e do quanto foi vendido.
- < **Transmissão de informação** - Pacotes e etiquetas podem indicar como usar, transportar, reciclar ou descartar o pacote ou produto. Com medicamentos, comida e produtos químicos, por exemplo, alguns tipos de informação são necessárias por lei. Algumas embalagens e rótulos também são utilizados para fins *track and trace*.
- < **Marketing** - As embalagens e os rótulos podem ser usados pelos comerciantes para incentivar os compradores potenciais para adquirir o produto. Embalagens de design gráfico têm sido importante para vendas e estão em constante evolução há várias décadas. As embalagens são fonte importante de marketing no ponto de venda e servem para diferenciar a marca.

No caso da Luzina, o projeto da embalagem é relativamente simples. Como ela só conterà o produto desde sua fabricação até a entrega na casa do cliente e o nível de produção não é alto, não precisa de diferenciais em seu desenvolvimento com relação ao peso, espaço e à de conservação do produto.

A embalagem será basicamente uma caixa de papelão externa, e um envoltório em plástico-bolha.

As características de cada uma destas partes serão mais bem definidas a seguir.

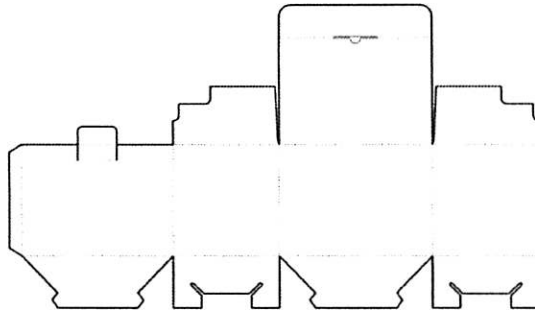
17.1 Caixa de Papelão

A característica mais importante das caixas de papelão é sua dimensão. Ela deve ser de tal modo que o produto caiba junto com o plástico-bolha. De acordo com o tamanho geral da carcaça do produto, dos componentes de

fixação e, no espaço necessário para o envoltório de plástico, obtivemos as seguintes especificações (C x L x A):

17cm x 15cm x 10cm

As medidas também foram baseadas no tamanho de embalagens de GPS que, conforme feito no estudo de aproveitamento técnico, possui uma estrutura física bastante parecida com a Luzina. A geometria e recorte da caixa está representada a seguir.



Estarão estampadas na caixa as seguintes informações:

- < Cima: logotipo do produto e foto do produto
- < Frente: logotipo do produto e foto do produto

- < Lateral Direita: Dados sobre o fabricante do produto como endereço e dados para contato.
- < Lateral Esquerda: descrição breve do produto.
- < Atrás: Logotipo do produto e foto do produto
- < Embaixo: Descrição do produto, instruções de uso do produto, instruções de instalação no carro.

Fornecedores:

- < CAIXAS NET

Tel.: 0800 892 2228

Site: <http://www.caixasnet.com.br/>

- < MULTICAIXAS

Tel.: (11) 3228 - 4650

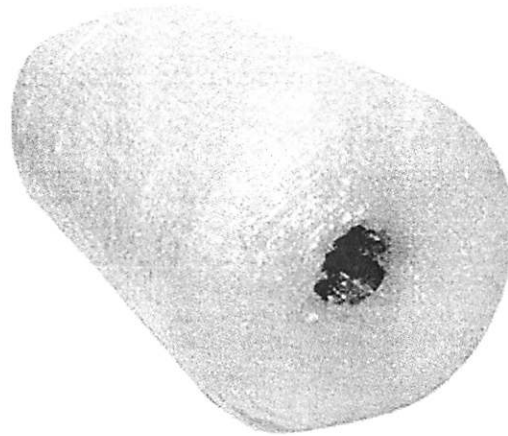
Site: <https://sites.google.com/site/caixasdepapelaocom/>

Os próprios fornecedores fornecem as caixas já na especificação necessária e colocam, caso o cliente peça, informações na caixa por um custo um extra.

Como o transporte é feito pelo correio, o próprio fornecedor já possui caixas com campo para preenchimento de endereço de entrega, nome do fabricante (remetente), CEP, etc.

17.2 Embalagem Plástica

O plástico-bolha fornece opções tanto para o amortecimento de choques quanto para eventuais ajustes necessários dos componentes de tamanho nas caixas. O tamanho necessário do plástico-bolha pode ser facilmente modificado dependendo das necessidades de cada componente e de variações no tamanho tanto da caixa quanto dos próprios componentes.



Fornecedores:

< MULTICAIXAS

Tel.: (11) 3228 - 4650

Site: <https://sites.google.com/site/caixasdepapelaocom/>

< JVEMBALAGENS

Tel.: (11) 2412 - 9291

Site: <http://www.jvembalagens.com.br/>

17.3 Fitas Adesivas

As fitas adesivas serão usadas de modo a selar a embalagem durante o transporte. Para tanto será utilizada a seguinte embalagem:



18 Custos

Será considerado que o produto será fabricado em uma empresa que possua recursos próprios ociosos, ou seja, não serão adquiridas injetoras nem contratados funcionários apenas para a fabricação do nosso produto. Assim, os custos

A análise de mercado feita posteriormente indica que o nosso produto terá uma demanda relativamente pequena para justificar a compra de maquinário e contratação de mais funcionários exclusivamente para a produção da Luzina. Por isso, será considerada na análise de custos que o produto será fabricado em uma indústria com ociosidade de mão de obra e maquinário. Essa ociosidade pode ser utilizada para a fabricação de nosso produto, com pouco acréscimo marginal de custos fixos.

O único custo fixo marginal que o nosso produto exigiria seria o de aquisição de moldes para a injetora. Esses custos fixos serão considerados em nossa análise.

A seguir indicaremos os custos de nosso produto, considerando as hipóteses mencionadas acima:

18.1 Carcaça

Existe um simulador disponível na internet no site (<http://kazmer.uml.edu/Software/JavaCost/index.htm>) da Universidade de Massachussets Lowell, que estima os custos do processo de injeção por peça. O simulador considera a matéria-prima utilizada, os custos do molde, a complexidade do molde, as dimensões do produto, as cavidades do molde e os custos do funcionamento da injetora (energia elétrica, manutenção etc...).

Consideramos que um molde terá capacidade de produzir todas as peças plásticas necessárias para a montagem do produto. Para o cálculo de 5000 ciclos, o mais baixo disponível no simulador, os custos por peça totalizam cerca de R\$40,00, sendo que R\$36,00 para a amortização do molde. A análise do mercado posteriormente revelou que a demanda por nosso produto é de cerca de 20 produtos por mês, bem distante dos 5000 ciclos.

A análise da engenharia de valor posteriormente indicará que é mais viável comprar a carcaça e as estruturas de fixação prontas no mercado.

Custo da carcaça por enquanto, considerando o processo de injeção: R\$40,00.

18.2 Circuito

Os custos do circuito envolvem o custo da mão de obra mais o custo dos componentes.

18.2.1 Componentes

Os custos de nosso protótipo totalizaram R\$20,00, sendo R\$5,00 a placa vazia, R\$4,00 o plug para o acendedor de cigarro e R\$11,00 o restante dos componentes.

Estimamos que o circuito do produto final será de complexidade parecida e terá a mesma dimensão de componentes, mas contará com um microcontrolador PIC. Pelo mercado-livre, encontramos o preço de diversos modelos de microcontroladores PIC. Todos giravam em torno de R\$20,00, com pouca variação.

Portanto, estimamos que o custo dos componentes do circuito do produto será de $R\$20,00 + R\$20,00 = R\$40,00$.

Para programar o microcontrolador, é necessário um computador e um circuito intermediário que liga o computador ao microcontrolador. Esse circuito utilizado para gravação de dados no microcontrolador custa na faixa de R\$150,00 a R\$250,00 de acordo com uma pesquisa do grupo pela Rua Santa Ifigênia. Consideramos que o computador já existe na empresa e que os custos do circuito intermediário se diluem rapidamente, sendo pouco significativos pelo total. Por isso, não consideraremos o custo de aquisição desse circuito intermediário como integrante dos custos de nosso produto.

18.2.2 Mão de obra

O site Salariômetro do Governo de São Paulo (<http://www.salariometro.sp.gov.br/>) fornece a média de salário de diversas profissões. O salário de um técnico eletrônico com idade entre 18 e 24 anos na cidade de São Paulo gira em torno de R\$1200,00 por mês. Considerando que o trabalho é de 40 horas semanais, ou 160 horas por mês, o seu salário é equivalente a $1200/160 = R\$7,50/hora$.

O protótipo montado no desenvolvimento do produto tinha cerca de 200 pontos soldados. Estimamos que o produto soldado terá um circuito com complexidade similar, por isso assumiremos que o produto final terá também cerca de 200 soldas.

Observando vídeos no youtube de técnicos soldando peças, estimamos que o tempo médio entre uma solda e outra é de 20 segundos. Na estimativa consideramos o tempo para se pegar componentes e encaixá-los na placa. Assim, por produto serão necessários $20 \times 200 = 4000$ segundos = 1 hora e 10 minutos do técnico. Para o processo de gravação de dados no microcontrolador estimamos que seriam necessários 10 minutos. Para a parte

de controle de qualidade, o técnico poderia utilizar mais 10 minutos. Assim, o total de tempo do técnico necessário para montar o circuito completo é de 1 hora e meia, implicando em custos de mão de obra de R\$11,25.

18.2.3 Total Circuito

Portanto, cada circuito custará por volta de $R\$40,00 + R\$11,25 = R\$51,25$.

18.3 Embalagem

Estimamos que a embalagem custará no máximo R\$3,00.

18.4 Custos Indiretos

Assumiremos que os custos indiretos como energia elétrica, salários do pessoal da administração, aluguel, manutenção do site na internet entre outros são 10% dos custos diretos mencionados até então, ou seja, $10\% \times (40,00 + 51,25 + 3,00) = R\$9,50$.

18.5 Imposto de Renda

Consideraremos o imposto de renda como 20% dos custos totais do produto, ou seja, $20\% \times (40,00 + 51,25 + 3,00 + 9,50) = R\$20,75$

18.6 Custos Totais

Custo total por produto = $40,00 + 51,25 + 3,00 + 9,50 + 20,75 = R\$124,50$.

19 Engenharia e Análise de Valor

19.1 Engenharia e análise de valor (EAV)

O objetivo principal do EAV é evidenciar os componentes do produto de acordo com o valor de suas funções e o custo. Através dessas atribuições ficam definidos quais componentes representam mais para o produto de acordo com a óptica do cliente (função) e de acordo com a óptica do fabricante (custos).

19.2 Definição das funções

As funções serão definidas sempre na forma:

FUNÇÃO = VERBO + SUBSTANTIVO

As funções determinadas nessa parte do trabalho estão baseadas no diagrama FAST já apresentado. A tabela abaixo lista as funções do produto:

Funções	Siglas
Transmitir informação de ambulância próxima	A
Evitar falhas	B
Acender sinal luminoso	C
Captar som da ambulância	D
Permitir Segurança	E
Evitar falta de energia	F
Ser resistente	G
Fixar ao carro	H
Funcionar independente de ser dia ou noite	I

19.3 Diagrama de Mudge

O diagrama de Mudge permite a comparação entre as funções. Na matriz comparativa, o valor de cada célula representa qual das duas funções, da linha ou da coluna, é mais importante o a intensidade dessa relação, sendo: 1 – fracamente mais importante; 2 – medianamente mais importante; 3 – fortemente mais importante.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	TOTAL	%
A	-	A2	A3	A2	A2	A3	A3	A3	A1	19	30,65
B		-	B2	D1	B2	B1	B2	B3	B1	11	17,74
C			-	D1	C1	F2	C2	C2	I1	5	8,06
D				-	D1	D1	D1	D3	D2	10	16,13
E					-	F2	E2	E2	E2	6	9,68
F						-	F2	F2	I2	4	6,45
G							-	H1	I2	0	0
H								-	H1	2	3,23
I									-	5	8,06
SOMA										62	100

Temos, então, a tabela com as funções ordenadas hierarquicamente.

Sigla	Função	Posição
A	Transmitir informação de ambulância próxima	1
B	Evitar falhas	2
D	Captar som da ambulância	3
E	Permitir Segurança	4
C	Acender sinal luminoso	5

I	Funcionar independente de ser dia ou noite	5
F	Evitar falta de energia	7
H	Fixar ao carro	8
G	Ser resistente	9

19.4 Classificação de funções

As funções são classificadas entre: técnica(T), mercadológica(M), uso(U) e estima(E). Além de serem principais ou secundárias entre suas respectivas classificações.

Função	Classificação de funções	
	T/M/U/E	P/S
Transmitir informação de ambulância próxima	U	P
Evitar falhas	T	P
Captar som da ambulância	T	S
Permitir Segurança	M	P
Acender sinal luminoso	T	S
Funcionar independente de ser dia ou noite	E	P
Evitar falta de energia	T	S
Ser resistente	M	S
Fixar ao carro	U	S

19.5 Custos das funções nos componentes

Neste tópico os custos serão distribuídos entre as funções para determinar quais funções custam mais.

Os custos foram retirados da análise prévia neste mesmo trabalho e estão representados na tabela abaixo:

Componente	Preço (R\$)
Carcaça (carcaça + haste, considerando fabricação própria)	35,00
Elêtronicos	51,25
Fixação (ventosa, considerando fabricação própria).	5,00
Embalagem	3,00

Para cada componente serão desdobradas as respectivas funções:

Componente	Função	Sigla	Preço (R\$)
Carcaça	Evitar falhas	B	13,33
	Ser resistente	G	13,33
	Permitir Segurança	E	13,33
Elêtronicos	Transmitir informação de ambulância próxima	A	7,32
	Evitar falhas	B	7,32
	Captar som da ambulância	D	7,32
	Permitir Segurança	E	7,32
	Acender sinal luminoso	C	7,32
	Funcionar independente de ser dia ou noite	I	7,32
	Evitar falta de energia	F	7,32
Fixação	Permitir Segurança	E	3
	Fixar ao carro	H	3
	Ser resistente	G	3

A distribuição dos custos foi equivalente para cada função, pois nenhuma delas é justificou diferenças de montagens nos componentes.

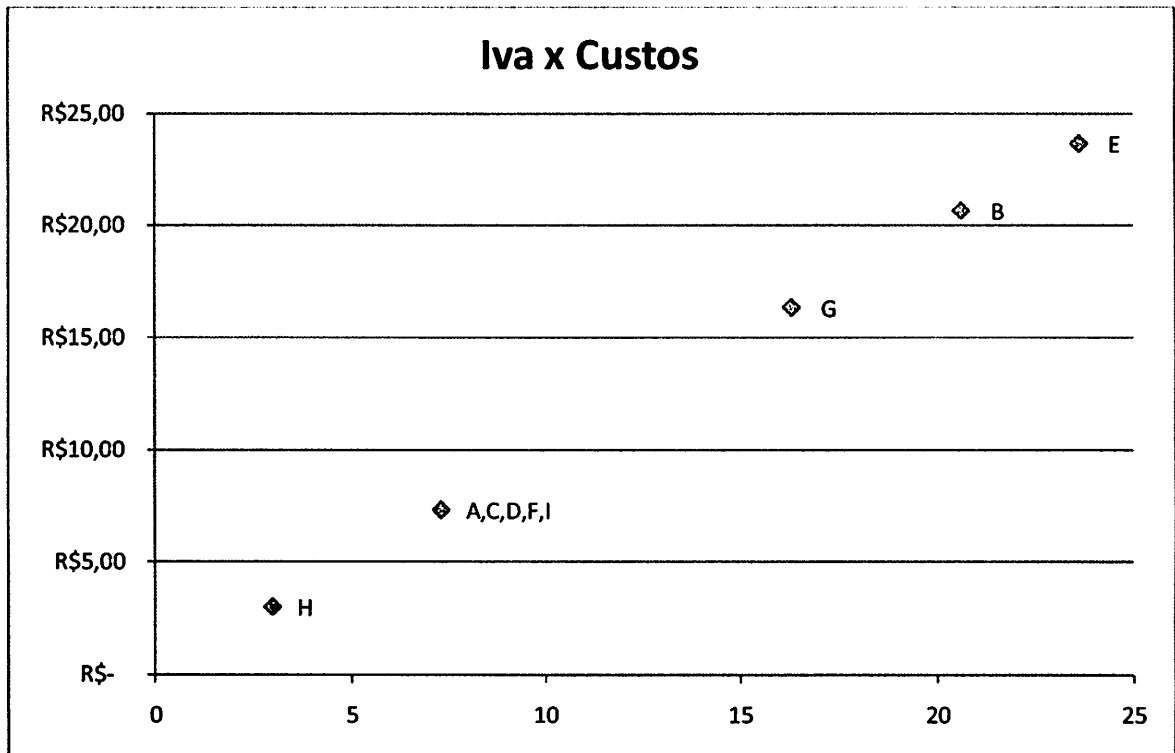
Determina-se, então, os custos relativos a cada gasto, conforme tabela abaixo:

Classe	Custo
Uso	R\$ 10,32
Técnica	R\$ 42,61
Mercadológica	R\$ 39,98
Estima	R\$ 7,32

Após tratamentos de dados, obtivemos o IVA (índice de valor agregado) para cada uma das funções.

Funções	Siglas	Custo	IVA(%)
Transmitir informação de ambulância próxima	A	7,32	7,3
Evitar falhas	B	20,65	20,6
Acender sinal luminoso	C	7,32	7,3
Captar som da ambulância	D	7,32	7,3
Permitir Segurança	E	23,65	23,6
Evitar falta de energia	F	7,32	7,3
Ser resistente	G	16,33	16,29
Fixar ao carro	H	3	2,99
Funcionar independente de ser dia ou noite	I	7,32	7,3
TOTAL		100,23	100

Montando o gráfico de dispersão abaixo podemos ver melhor a relação entre IVA e os custos de cada função. Temos no eixo "x" o IVA e no eixo "y" os custos.



Podemos ver que, de acordo com a análise EAV, não há pontos no quadrante que mais nos interessa. Há diversos pontos concentração dos pontos na parte inferior esquerda do gráfico. Discutiremos essas implicações na análise de melhoria

19.6 Opções de melhoria

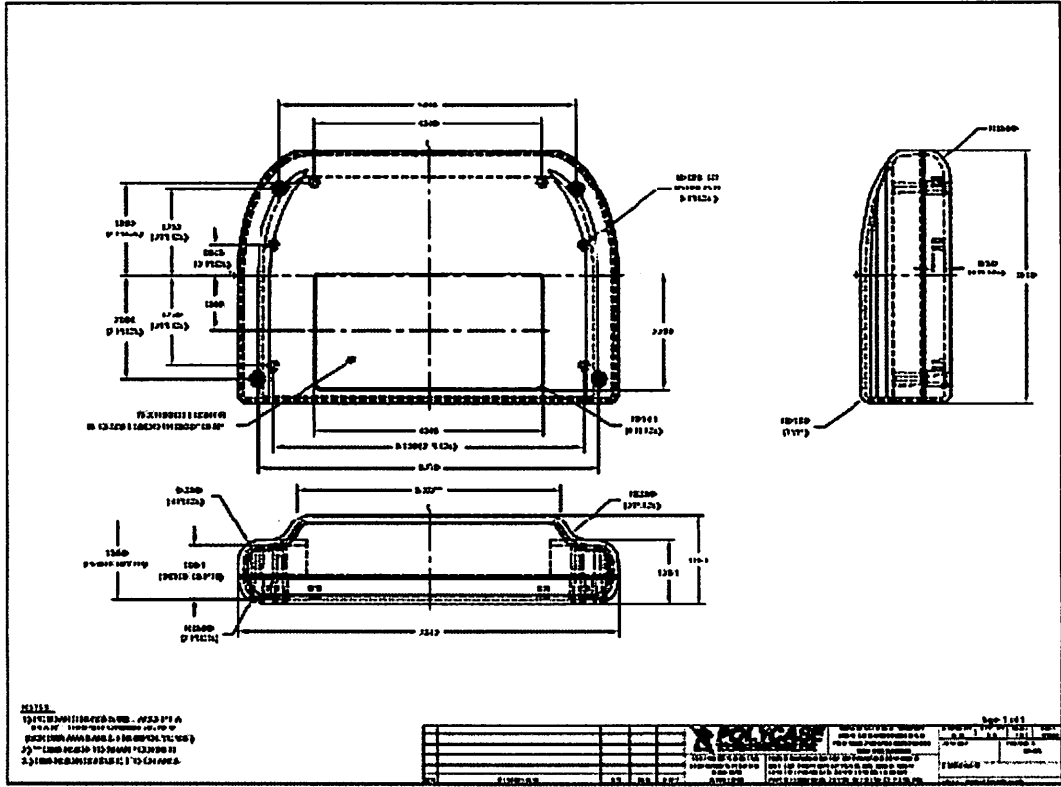
Através da análise de todos os dados, podemos sugerir opções de melhorias no que tange os custos, os componentes, as funções e os valores agregados.

No próprio gráfico, mostrado no tópico anterior, vemos que os três pontos **G**, **B** e **E** possuem um alto custo e um IVA elevado. Idealmente, seria necessário que seus custos baixassem para que se tornassem ótimas funções.

Isso se deve ao alto custo da carcaça. Seu preço é praticamente igual ao da parte eletrônica e suas funções não são tão importantes ao produto, quando comparados ao mesmo. Como explicado previamente, na parte de custos, o valor da carcaça é alto devido a baixa escala de produção. Mostra-se importante, então, a sua terceirização ou compra direta de fornecedores.

Com pesquisas realizadas com diversos fornecedores de carcaças, chegamos ao modelo definido a seguir, que atende aos requisitos dimensionais

aceitáveis para o nosso produto. A carcaça pode ser comprada pela internet no site <http://www.polycase.com/ag-85#> por R\$10,00. Vale ressaltar que a carcaça tem uma tampa retirável na parte frontal. Retirada a tampa, no buraco pode ser colocado o Led de aviso.





Quanto à haste flexível mais a ventosa de fixação, podem ser comprados acoplados por R\$10,00. Abaixo segue um suporte universal veicular encontrado no mercado livre, que é capaz de acoplar a carcaça mostrada anteriormente.



O preço reduziria de R\$40,00 para R\$20,00 e, além da redução de custos, teríamos significativa melhoria para uma melhor análise do EAV.

As outras funções, representadas no gráfico, apresentam baixo custo e baixo IVA. Com a redução de custos total, decorrente da terceirização da carcaça, o IVA dessas funções aumentaria, podendo ocorrer de tornarem-se funções de ótimo valor agregado ao produto e aos clientes.

Terceirizando-se esses componentes, a Luzina poderia ter a seguinte aparência:



PARTE 3

20 Estudo de Diferenciação

O objetivo do estudo de diferenciação é demonstrar a diferença do produto em relação ao mercado e/ou concorrência, conseqüentemente motivando o desenvolvimento do produto.

20.1 Projeto de Produto Japonês para identificar sirenes (*Emergence Vehicle Alarm System for Deaf Drivers*)

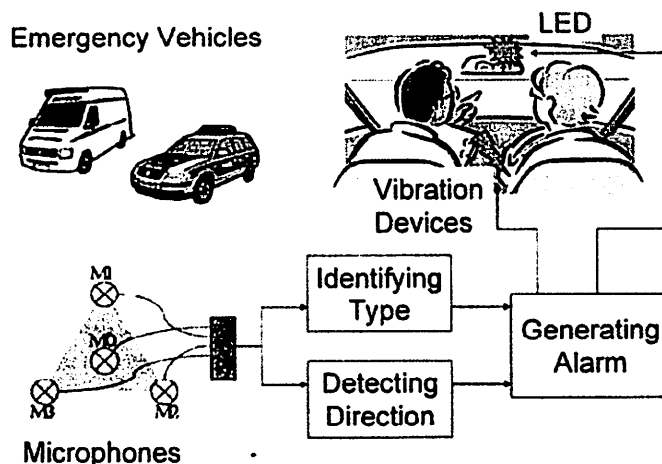
Em fase de pesquisa, está sendo desenvolvido no *Kyoto Institute of Technology* um sistema de alarme para veículos conduzidos por deficientes auditivos. O sistema identifica sirenes de veículos de emergência e transfere a informação para o condutor através de LED's e dispositivos vibratórios (Kuwahara, Morimoto, Kozuki, Kawamura; 2008).

O projeto consiste em um dispositivo que reconhece o tipo de sirene através dos diferentes picos de frequências característicos de cada sirene (por exemplo, para ambulâncias existem dois picos em 770Hz e 960Hz) e analisa a forma da onda. O dispositivo também detecta a direção da fonte do som através de um cálculo de diferenças de fase entre os quatro microfones instalados no produto. As seis direções identificadas são: frente, direita frente, esquerda frente, direita atrás, esquerda atrás e atrás.

O produto japonês necessita ser instalado ao veículo, vinculado à parte elétrica, portanto de instalação mais difícil e customizada que o Luzina.

O material encontrado sobre o projeto japonês apenas apresentava o produto e descrevia uma experiência sobre os tempos de resposta aos diferentes tipos de luzes piscando e à localização dos led's no interior do veículo, não descrevendo mais características sobre o produto.

Não foram encontradas referências mais detalhadas sobre esse produto, que estava somente em fase de desenvolvimento.



20.2 Opticom Infrared System

Em Portland, Oregon, há mais de 35 anos é utilizado o Opticom Infrared System.

No caso de Opticom Infrared System, utilizam-se emissores codificados de infravermelho os quais são posicionados sobre veículos, por exemplo, ambulância, para se comunicar com o controlador de tráfego. Com isso, temporariamente tais veículos podem efetuar uma passagem direta no cruzamento. Assim, tal produto pode melhorar a segurança na situação de cruzamento e minimizar o engarrafamento.

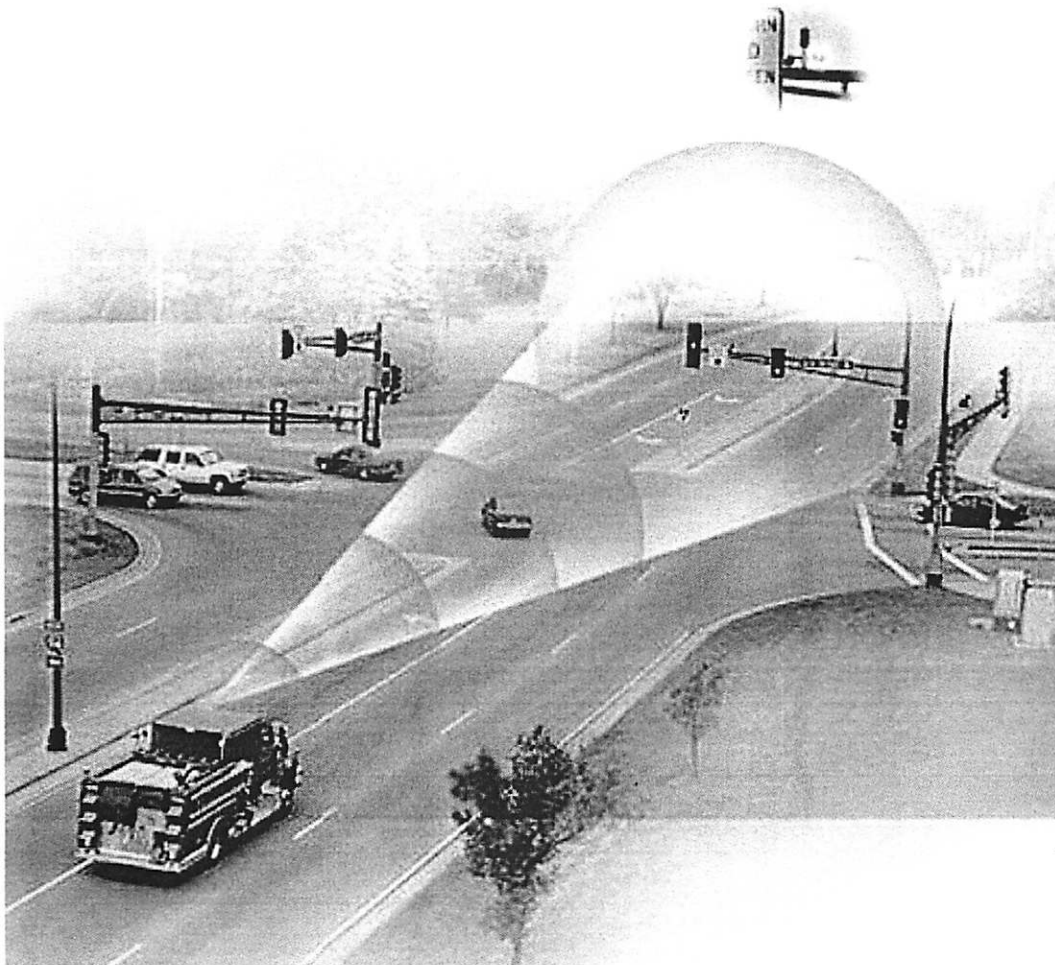
Os benefícios evidentes para serviços emergenciais com a adoção desse produto são:

- < Melhoria na segurança pela minimização de conflito de passagem em um cruzamento.
- < Priorização da passagem para veículos de emergência em cruzamento
- < Asseguração de maior qualidade de serviço emergencial devido à maior rapidez de resposta de emergência.

Atualmente, em muitos semáforos, os mais sistemas modernos apresentam os transpondedores codificados celulares, e a detecção mais avançada no interior do semáforo ocorre em 2 etapas. Tais etapas consistem em uma mudança imediata para as ambulâncias e caminhões de bombeiros, e um código menos urgentes para veículos que não sejam desses tipos.

No caso do Luzina, a lógica do seu funcionamento não corresponde ao do Opticom Infrared System. Basicamente, o Luzina capta o som de uma sirene, e através de um microcontrolador emite uma luz que indica ao condutor

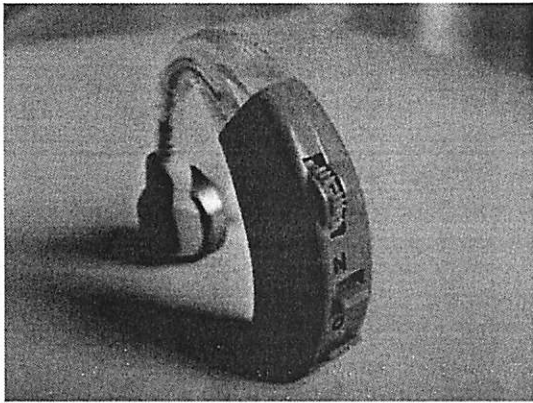
a proximidade de uma ambulância. Assim, apesar da proposta dos dois produtos serem a mesma, isto é, segurança no trânsito, os referentes produtos apresentam operação da aparelhagem bem distinta uma da outra.



20.3 Demais produtos para surdos existentes no mercado

20.3.1 Aparelho auditivo - AASI Retroauricular Digital

Aparelhos auditivos retro-auriculares ou simplesmente BTE. Possuem uma carcaça ou caixa em material plástico para os componentes eletrônicos. Sua colocação é atrás da orelha, ligado a um tubo transparente em plástico ou silicone onde é transmitido o som amplificado para o molde auricular que fica no canal auditivo.



20.3.2 Telefones para surdos (TDD - Telephone Device for Deaf)

Aparelho telefônico para surdos que possui um teclado acoplado (figura 2). A comunicação por esses aparelhos pode ser feita entre dois terminais TDD, com envio de mensagem escrita diretamente ao outro lado da linha para ser lida no display do telefone. No caso de um dos interlocutores não possuir o terminal TDD, é preciso o auxílio de uma central telefônica, em que um atendente transmitirá as mensagens por meio de texto (para quem estiver usando um TDD) ou por voz (para um ouvinte).

No Brasil, o SISO - Sistema de Intermediação Surdo Ouvinte (número 142) - é a central de atendimento que promove a intermediação de ligações de deficientes auditivos. Por meio do TDD o cliente se conecta à central e digita a mensagem, que será repassada pelo atendente ao destinatário.



20.3.3 Despertador Vibratório

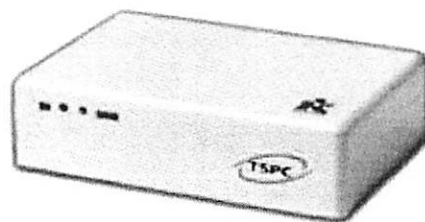
Relógio despertador vibratório para surdos e deficientes auditivos. A unidade móvel vibratória (Vibrawake) pode ser colocada embaixo do travesseiro, e no horário programado, vibrará em pulsos de 2 segundos.



20.3.4 Telefone para surdo ligado ao computador

O TSPC trata-se de um dispositivo que, ligado ao computador e a uma linha telefônica, efetua e recebe ligações destinadas às pessoas surdas e com dificuldades da fala. Este produto é pioneiro no Brasil, tendo tecnologia 100% nacional.

O TSPC possui secretária eletrônica, histórico de ligações, discagem rápida para 10 números telefônicos, mensagens personalizadas, agenda telefônica com limite máximo de 999 contatos gravados, e pode efetuar ligações para: outros modelos TSPC, Surtel, SISO (Sistema de Intermediação Surdo Ouvinte) e Telefone Público para Surdo.



20.3.5 Babá eletrônica para surdos (AlertMaster AMBX Baby Monitor/Transmitter by Clarity AMER-AMBX)

Transmissor que emite alertas ao som de uma criança chorando. O alerta é ativado após cinco segundos de som. Vem com bateria de nove volts incluída. O sinal é emitido a um receptor.



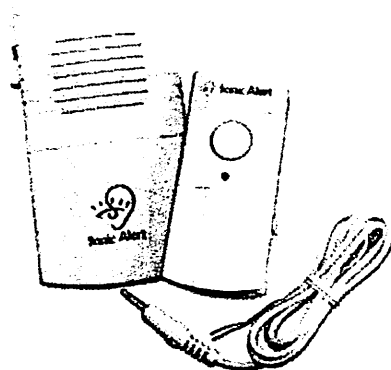
20.3.6 Sistema de notificação para surdos (*AlertMaster AM6000 Notification System by Clarity*)

Alerta para chamadas telefônica e toques de campainha (conecta-se facilmente uma lâmpada comum para alertas visuais ou para acender a lâmpada avisando que alguém entrou em casa. Funciona como despertador com um sistema que faz a cama vibrar e também como receptor dos sinais de alerta da babá eletrônica.



20.3.7 Sinalizador de campainha (*Wireless Doorbell Signaler DB100*)

Dispositivo que sinaliza quando uma campainha toca. Ao contrário de outros produtos mais comuns esse sinalizador não funciona a partir do som e pode ser instalado diretamente à campainha por dentro da casa ou usado como um botão de campainha comum. A instalação é simples, liga-se o sinalizador em uma tomada e uma lâmpada (por exemplo, de um abajur) ao sinalizador.



A pesquisa nos levou a concluir que existem poucos produtos voltados aos deficientes auditivos e muitas de suas necessidades especiais não são atendidas. Os que existem são caros devido à tecnologia que utilizam e ao mercado restrito e específico e não foram encontrados produtos, além do projeto japonês, que auxiliassem o surdo na direção.

A partir do exposto acima percebe-se que a Luzina se trata de um produto diferenciado, que atende a uma demanda específica e que não existe outro produto no mercado que se disponha ao mesmo propósito ou que realize uma função semelhante

20.4 Determinação do valor mercadológico

Foi utilizado o método da escala vertical através de uma pesquisa feita de produtos concorrentes e com os consumidores em potencial a fim de se identifica a faixa de preço com que os clientes estão dispostos a pagar pelo nosso produto.

Contudo, faz se necessário aqui ressaltar novamente que durante a pesquisa feita junto com associações de deficientes auditivos e empresas que fabricam produtos para surdos ou deficientes auditivos não encontramos produtos com similaridade direta com a luzina.

Na visita feita pelo grupo à REATECH, os produtos em desenvolvimento para surdos eram muito poucos, sendo que a maioria era para deficientes físicos e pessoas com problemas visuais. A maioria das empresas que fabricavam produtos para deficientes auditivos produziam somente aparelhos auditivos e implantes cocleares. Produtos especiais para pessoas totalmente surdas eram vendidos por uma só uma empresa e havia muitos em estado de teste.

Para a realização da escala vertical, expandimos as opções para produtos com menos semelhanças a fim de poder realizar uma comparação viável.

Ampliamos nossa pesquisa também para instrutores de condução que trabalham com deficientes auditivos e engenheiros que trabalham no desenvolvimento de produtos para deficientes na direção, de modo a eles opinarem, baseados na experiência de trabalho deles, quanto valeria o nosso produto. Deste modo, não foi contado o número de votos em um determinado produto, mas consideramos a faixa de preço que a maioria dos entrevistados considerou justa. Ao todo, para esta parte do trabalho, o grupo conversou com 12 pessoas.

Para formar a escala vertical, utilizamos a seguinte lista de produtos:

Exemplos de Produtos para surdos/deficientes auditivos

Produtos para Surdos / Deficientes Auditivos	
Maxi View Adjustable Car Blind Spot Mirror (Pair) (espelho retrovisor lateral)	R\$ 75,19
Oversized Rearview Car Mirror (espelho retrovisor)	R\$ 122,38

Sonic Blink (<i>alarme de relógio</i>)	R\$ 124,77
AlertMaster AMBX Baby Monitor/Transmitter by Clarity (<i>babá eletrônica</i>)	R\$ 125,39
Despertador Vibratório Lauden para Surdos ou Deficientes Auditivos	R\$ 129,00
Sonic Alert Sonic Boom Alarm Clock (<i>alarme de relógio</i>)	R\$ 150,50
Silent Call Signature Series Wireless Doorbell Transmitter (<i>campainha</i>)	R\$ 170,58
Sonic Alert Wireless Doorbell Signaler (<i>campainha</i>)	R\$ 200,71
Gentex 710 Smoke Alarm - AC Powered GEN-710LS (<i>detector de fumaça</i>)	R\$ 376,56

Exemplos de produtos para auxiliar deficientes na direção

Produtos p/ auxiliar deficientes em geral na Direção	
Maxi View Adjustable Car Blind Spot Mirror (Pair) (espelho retrovisor lateral)	R\$ 75,19
Oversized Rearview Car Mirror (espelho retrovisor)	R\$ 122,38
Adaptação no volante para tetraplégicos	R\$ 190,00
Steering Balls (pomo giratório)	R\$ 208,00
Easy Release gearshift (facilita a troca de marcha)	R\$ 282,88
Comando Manual Universal (fabric. CAVENAGHI)	R\$ 350,00
Acelerador e freio manual (fabric. ESPECIAL DRIVE ADAPTAÇÃO)	R\$ 450,00
Controlador de Pedais Manual Portátil	R\$ 1.331,20

Os preços foram obtidos durante as visitas e conversas com as empresas e através de pesquisa na Internet. Os produtos para surdos escolhidos são aqueles cuja função é de aviso ou segurança, que são os mais próximos do nosso produto.

A tabela foi dividida em duas partes, em produtos para surdos e para deficientes na direção, para tentar encontrar um valor que seja compreensível

para essas duas classes de produtos, já que a luzina pode ser considerada como um elemento da intersecção desses dois conjuntos. Isso foi feito como uma tentativa de contornar o problema da falta de produtos similares. Para interligar as duas tabelas, utilizamos outros 2 produtos (primeiros da lista) que também fazem parte dessa intersecção. São espelhos retrovisores de maior ângulo de visão mencionados no relatório 1. Eles são também os produtos com o menor preço por não terem uma alta tecnologia agregada.

Pode-se perceber que o preço de produtos para surdos é bastante alto, dado as suas funções. Isso ocorre, pois são importados (ou alguns de seus componentes são importados) e, infelizmente, esses produtos não possuem qualquer tipo de benefício fiscal, além das tecnologias empregadas e de características do mercado (específico). A única vantagem que os deficientes auditivos possuem é uma redução nos impostos no momento da compra de veículos, mas as adaptações acopladas a eles não recebem o mesmo benefício. Encontra-se aí um empecilho do próprio governo à acessibilidade.

Após a pesquisa realizada, somando todas as faixas de preço citadas, pegamos a intersecção das respostas e, no fim, a faixa mais mencionada de preço foi a central aos produtos para surdos (acima do Oversized Rearview Car Mirror – R\$122,38,00 e abaixo do Sonic Alert Wireless Doorbell Signaler – R\$200,71) e em uma faixa localizada um pouco mais abaixo na tabela de produtos para auxílio na direção (entre o Oversized Rearview Car Mirror – R\$122,38,00 e a Adaptação no volante para tetraplégicos – R\$ 190,00). A diferença se dá pelo maior preço dos produtos para direção.

Por fim, considerando as respostas, o preço da concorrência, a tecnologia associada ao produto e as suas funções, o grupo chegou a uma faixa de preço aceitável para mercado do produto, de R\$120,00 a R\$185,00.

21 Mercado

O produto a ser desenvolvido pelo grupo atende a um segmento de mercado específico. No Brasil, de acordo com o censo de 2000 do IBGE, 24,5 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de deficiência, sendo 14,5% da população total. Dentre eles, 4,6 milhões possuem deficiência auditiva e 1,1 milhões são totalmente surdas, totalizando aproximadamente 5,7 milhões de pessoas, algo em torno de 2% da população total. Como ainda não saíram dados com relação ao último censo de 2010 essas informações estão um pouco desatualizadas, mas deve-se acreditar que tal número deve ter aumentado junto com o crescimento da população nacional.

Dos 5,5 milhões, 5,2 milhões são maiores de 18 anos, ou seja, estão com a idade necessária para dirigir. A legislação de trânsito brasileira permite com que surdos obtenham a licença para se tornar condutores, entretanto, não existiam iniciativas para a inclusão dos deficientes nas instruções práticas ou teóricas de direção até recentemente.

Segundo a lei nº 8.160, de 8 de janeiro de 1991, é obrigatória a colocação, de forma visível, do "Símbolo Internacional de Surdez" em todos os locais que possibilitem o acesso, a circulação e a utilização por pessoas portadoras de deficiência auditiva.

O mesmo símbolo também pode ser colocado no vidro traseiro do automóvel conduzido por deficientes auditivos, permitindo que outros motoristas possam identificar que o condutor é surdo e o respeitem, fazendo sinalização visual com lanterna de faróis altos, em vez de utilizar buzinas e sirenes. Também pode ser colocado no vidro dianteiro para que policiais ou oficiais também possam identificar, o que garante uma comunicação melhor e evita desentendimentos.

O problema de inclusão de deficientes auditivos é muito mais complexo do que apenas na direção. Os mesmos dados do IBGE demonstram que mais de 406 mil surdos estão em idade escolar, porém apenas 53 mil cursavam a educação básica no ano de 2003. No ensino médio este número caiu para 2 mil e, nas universidades, para 300. Esse problema é relevante e deve ser tratado com atenção em trabalhos posteriores.

Com a baixa escolaridade, muitos deficientes auditivos não possuem o domínio da língua portuguesa e por consequência não conseguem obter a licença de direção. O número mais exato do nível de alfabetismo encontra-se mais a frente no texto. Em conversas virtuais, por escrito, com deficientes auditivos pudemos claramente notar que, no Brasil, a significativa maioria não possui bons níveis de compreensão e expressão da língua. Por outro lado, os

deficientes auditivos estrangeiros contatados possuem um nível de escrita e compreensão relativamente melhor.

Outro fato relevante que dificulta a obtenção da licença de condutor é a insegurança com que os deficientes auditivos dirigem. Três de cada quatro deficientes contatados, com boa escolaridade e idade mínima necessária para dirigir, não possuíam a licença. O motivo apresentado estava sempre relacionado à insegurança. Os equipamentos que diferenciam o deficiente auditivo no trânsito hoje, no Brasil, são a placa do veículo com uma pintura diferenciada e o adesivo de deficiente auditivo.

O produto que o grupo está desenvolvendo auxiliará o deficiente auditivo a ganhar confiança, pois facilitará a percepção de sons no trânsito. A necessidade de um produto que informe ao surdo que a sirene de uma ambulância que está próxima se mostrou fundamental.

21.1 Dimensionamento do mercado potencial

Pretendemos vender nosso produto para todo o Brasil, fazendo o envio do produto por meio dos Correios possivelmente. Para determinarmos o mercado potencial de nosso produto, estimaremos o número de surdos cadastrados nos Detrans de todo o Brasil.

Apenas os Detrans da Paraíba e do Mato Grosso do Sul fornecem o número de deficientes auditivos com CNH. Porém, apenas o Detran do Mato Grosso do Sul fornece o número total de motoristas com CNH. Extrapolamos que as porcentagens de surdos que dirigem no MS e da parte da população que dirige no MS são iguais para todo o Brasil. A partir também dos dados da população total do Mato Grosso do Sul e da população do Brasil de acordo com o CENSO 2010, extrapolamos o número de surdos que têm CNH no Brasil. Segue a fórmula e a sua aplicação:

$$(\text{Surdos com CNH no BR}) = \frac{(\text{Surdos com CNH no MS})}{(\text{Total de CNH no MS})} \cdot \frac{(\text{Total de CNH no MS})}{(\text{População do MS})} \cdot (\text{População do BR})$$

$$(\text{Surdos com CNH no BR}) = \frac{(144)}{(860.000)} \cdot \frac{(860.000)}{(2.500.000)} \cdot (190.000.000) = 10.944 = 11.000$$

Assumiremos o número de condutores como estático, ou seja, a taxa de motoristas que tiram a CNH é igual à taxa de motoristas que deixam de dirigir. Essa hipótese é de fim simplificador.

Estimaremos a taxa com que novas carteiras são tiradas em relação ao número total de condutores. O Detran do Rio Grande do Sul fornece dados

sobre o número de novos condutores de apenas carros e o número total de condutores de apenas carros para Porto Alegre no ano de 2010. Assim podemos estimar a taxa de novos condutores surdos em relação ao ano.

$$\begin{aligned} & \text{(Taxa de surdos que adquirem CNH)} \\ &= \frac{\text{(Novos condutores em P.A. em um ano)}}{\text{(Número de condutores em Porto Alegre)}} \cdot \text{(Surdos com CNH no BR)} \end{aligned}$$

$$\text{(Taxa de surdos que adquirem CNH)} = \frac{(3.00)}{(130.000)} \cdot (11.000) = 253 = 250/\text{ano}$$

Por ano, 250 surdos adquirem CNH, ou seja, aproximadamente 20 por mês.

21.2 Estratégias de Marketing

Temos os números estimados do mercado potencial, agora abordaremos quatro fatores que afetam a demanda do nosso produto (derivados dos 4Ps do Marketing).

Preço do produto: Quanto menor o preço de venda, maior a demanda pelo produto. Idealmente o nosso produto deve custar o seu valor mercadológico ou menos.

Necessidade do produto: Os clientes devem sentir necessidade de utilizar nosso produto. Assumiremos que os nossos clientes reconhecem de antemão a necessidade do produto Luzina e os benefícios que o produto pode trazer.

Divulgação: Quanto mais deficientes auditivos que dirigem (potenciais clientes) tem conhecimento da existência de nosso produto, maior a demanda pelo produto.

Acesso: Não basta a demanda do nosso produto ser alta. Os potenciais clientes devem ter acesso fácil para adquirir o nosso produto.

Por atender um nicho mercadológico, o produto desenvolvido necessita de canais de distribuição e comercialização específicos. A estratégia de marketing para o produto consistirá em:

Divulgação do produto em feiras e eventos para deficientes auditivos: A divulgação em feiras e eventos, como a REATECH por exemplo, contribui para que mais deficientes auditivos tomem conhecimento de nosso produto. Em alguns eventos e feiras há a presença da imprensa, que pode contribuir na divulgação.

Comunicação com instituições e associações para deficientes auditivos: Consiste em entrar em contato com diversas instituições e associações espalhadas pelo país a fim de comunicar a elas a existência do nosso produto. O intuito é que as instituições e associações comuniquem aos deficientes auditivos a existência do produto e possa informa-los aonde e como comprá-lo.

Pode-se considerar a possibilidade de fornecer algumas amostras a instituições, de forma gratuita. Além disso, poderia ser dado um estímulo aos funcionários que estão desempenhados na venda na forma de comissão ou alguma outra forma de bonificação.

Divulgação e venda em auto-escolas que lidam com deficientes auditivos: Consiste em identificar as principais auto-escolas que trabalham com deficientes auditivos e incentivar o uso do Luzina nos carros. Para isso poderíamos fornecer gratuitamente o produto para algumas auto-escolas e incentivar os instrutores a vender o nosso produto, de forma que eles possam ganhar alguma comissão com a venda.

O produto deveria ser instalado nos veículos que fossem empregados na instrução dos surdos e sua forma de operacionalização demonstrada durante as primeiras aulas. Caso optasse pela compra, o cliente faria a encomenda. Esta seria repassada pela auto-escola para o fabricante, que teria o tempo de todas as aulas práticas restantes até a aprovação no teste do Detran, para fabricar e/ou entregar o produto.

Divulgação e venda pela internet: A venda pela internet através de um site próprio ou de sites de comércio como mercado-livre possibilita que o produto seja vendido por todo o território nacional.

Através de entrevistas diretas com empresas que trabalham com produtos para deficientes em geral, observamos que considerável parcela utiliza este método. A divulgação do site seria feita através de panfletos em locais estratégicos, principalmente nos Detrans e auto-escolas. Para esse modelo os custos seriam significativamente baixos em comparação aos outros. A entrega seria feita pelos próprios Correios

Venda em lojas especializadas em produtos para deficientes: Consiste em entrar em contato com diversas lojas especializadas e vender o Luzina para elas.

Parcerias: Deve-se considerar também a possibilidade de distribuição através das empresas que já estão no mercado de produtos para deficientes auditivos e que possuam credibilidade e reconhecimento dos clientes. O produto se aproveitaria da marca da empresa e, em troca, parte do lucro teria de ser compartilhada. A desvantagem desse modelo é que há um número

reduzido de empresas nesse ramo e as existentes não possuem o reconhecimento necessário para satisfazer o trade off.

Venda para o Estado: Consideramos também a hipótese da venda para a União. A acessibilidade é incentivada pelo governo nacional em algumas situações como, por exemplo, a distribuição de aparelhos auditivos pelo SUS. Apoiando-nos nesse caso, consideramos a hipótese de comercialização do produto diretamente com a União, que então distribuiria o produto através dos órgãos competentes. Tornar-se-ia necessário um advogado para vender a ideia ao governo e para o ganho da licitação da venda do produto

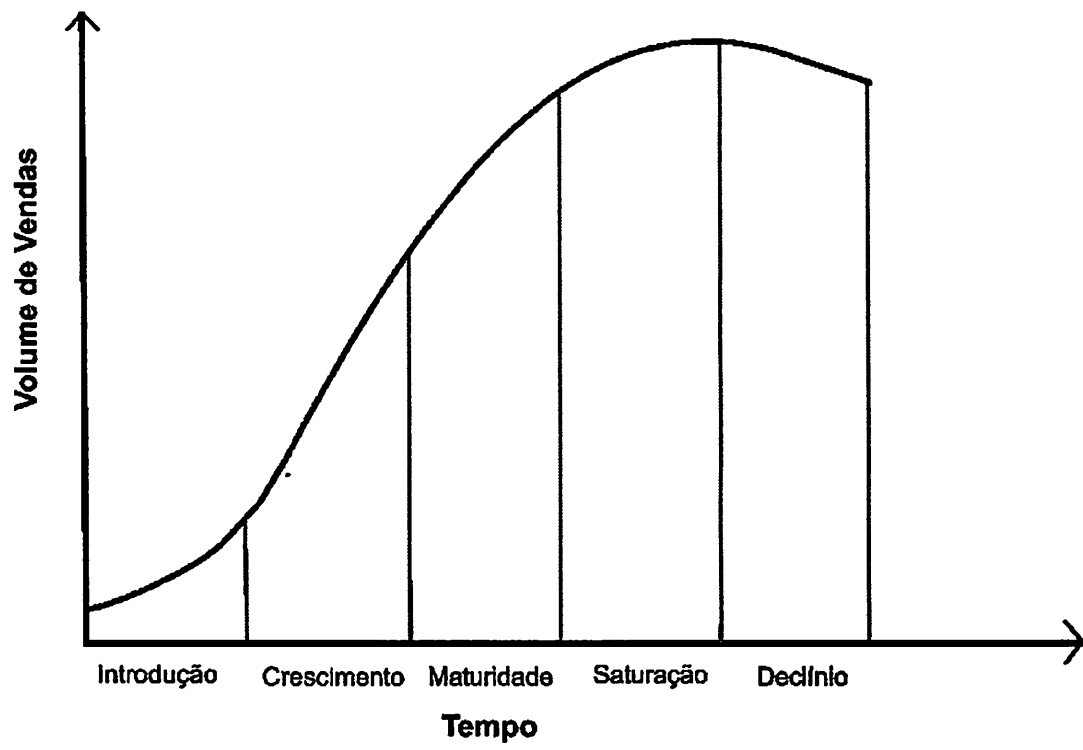
Estabelecer a União como cliente único tornaria a venda estável e garantiria o monopólio da comercialização durante o período de duração da patente e da licitação. Entretanto, deve-se ressaltar a inércia e a burocracia exagerada do governo nessas questões

Como se trata de um produto inovador, não existente no mercado, a Luzina inicialmente terá baixa demanda. Os primeiros consumidores testarão o produto, que estará dentro da fase de introdução no ciclo de vida do produto. Assumimos que muitos desses consumidores são adeptos a novidades e lançamentos.

Estimamos que a estratégia da venda nas auto-escolas trará resultados bem expressivos inicialmente em relação às outras. Estimamos que, nessa fase de introdução, as auto-escolas possam vender cerca de 5 Luzinas por mês e as outras demais estratégias possam provocar uma demanda real de 15 Luzinas por mês. No total, estimamos vender 20 Luzinas por mês nessa fase de introdução.

O acompanhamento das vendas mês a mês permite identificar tendências. Dessa forma, seria possível identificar tendências de crescimento de demanda e avanço para as outras fases: crescimento, maturidade e saturação.

Não temos estimações de vendas para as demais fases no momento.



22 Considerações Finais

Agradecimento:

Gostaríamos de agradecer a Deric pelo todo apoio dado, em especial a Lourdes e Kelly. Ao professor da disciplina, estamos gratos pela presteza de esclarecer todas as dúvidas que apareceram ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Lições aprendidas:

Ao concluir este projeto, as principais lições extraídas pelo grupo residem no trabalho em equipe e no desafio de desenvolver um produto de cunho inovador e social. Ainda na fase inicial do projeto, o grupo enfrentou muitas dificuldades tais como falta de idéia e conflito de opiniões entre os próprios membros da equipe. Contudo, dessa situação laboriosa e esgotante, o verdadeiro valor de amizade transpareceu. No decorrer do curso, outros empecilhos surgiram-se. Talvez, entre esses empecilhos, o maior de todos seja a dificuldade de obtenção dos dados para o projeto. Posto isso, em suma, pode-se dizer que a disciplina é muito construtiva na formação de um engenheiro de produção.

Próximos passos:

Como etapas posteriores a serem realizadas, os microprocessadores devem ser programados para que o produto funcione de acordo com as especificações descritas nos relatórios passados.

Deve-se destacar que o produto ainda não é comercializado. Após uso massivo e intensivos testes cotidianos, dados serão estabelecidos de forma que será possível identificar erros e, conseqüentemente, possíveis melhorias.

Através das sucessivas melhorias o produto será aperfeiçoado até que encontre o ótimo entre a satisfação do cliente e as especificações da empresa.

23 Referências

International Encyclopedia of Rehabilitation

- < (<http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/309/>)
- < <http://www.bellaonline.com/articles/art7765.asp>
- < <http://www.alldeaf.com/our-world-our-culture/34678-how-do-deaf-people-drive.html>
- < http://summercube.com/shop/index.php?main_page=product_info&products_id=17
- < <http://www.wattco.net/2008/08/26/opticom-infrared-emitter-systems/>
- < http://www.custompartnet.com/wu/InjectionMolding#design_rules
- < <http://www.aaroncake.net/electronics/solder.htm>
- < <http://www.salarimetro.sp.gov.br/>
- < http://en.wikipedia.org/wiki/Cigarette_lighter_receptacle

- < ROZENFELD, H. et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo, Saraiva, 2006.
- < BOYSEN, Earl; Muir, Nancy C. Electronics Projects For Dummies, 2006
- < KUWAHARA, N., MARIMOTO, K., KOZUKI, K. KAWAMURA, T. Emergence Vehicle Alarm System for Deaf Drives by using LEDs and Vibration Devices. 2008.
- < ROTONDARO, R.G. et al. Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoriade Processos, Produtos e Serviços. 2008.

24 Apêndice 1: Protótipo

O protótipo não contará com o microcontrolador nem com a bateria recarregável. É, portanto, mais suscetível a erros alfa e beta, ou seja, de se detectar o som de sirene quando não há sirene ou de se não detectar sirene quando há sirene. Outra limitação é a existência da chave liga-desliga, ou seja, a existência da possibilidade do deficiente auditivo dirigir o veículo com a Luzina desligada.

Ao conversarmos com alunos de engenharia elétrica sobre a dimensão da complexidade do circuito que nós almejamos, percebemos que a elaboração do projeto detalhado da parte eletrônica conduziria um semestre inteiro com razoável tempo dedicado. Por limitações técnicas do grupo (ausência de um integrante com competências em elétrica), pelo prazo de entrega do projeto e pela relativa complexidade do produto, não nos aprofundaremos no detalhe do circuito, mas sim na parte macro.

A parte eletrônica que apresentaremos consiste em um plano macro de especificações de projeto do circuito que seriam passadas a um engenheiro elétrico. O engenheiro elétrico por sua vez projetaria os circuitos ao nível de detalhe necessário para a manufatura.

Além das diretrizes da parte eletrônica do produto, o presente relatório e os demais apresentarão ao nível de detalhe a construção da parte eletrônica do protótipo. O protótipo terá limitações e simplificações que viabilizam a sua construção por nosso grupo dentro do prazo de tempo apropriado.

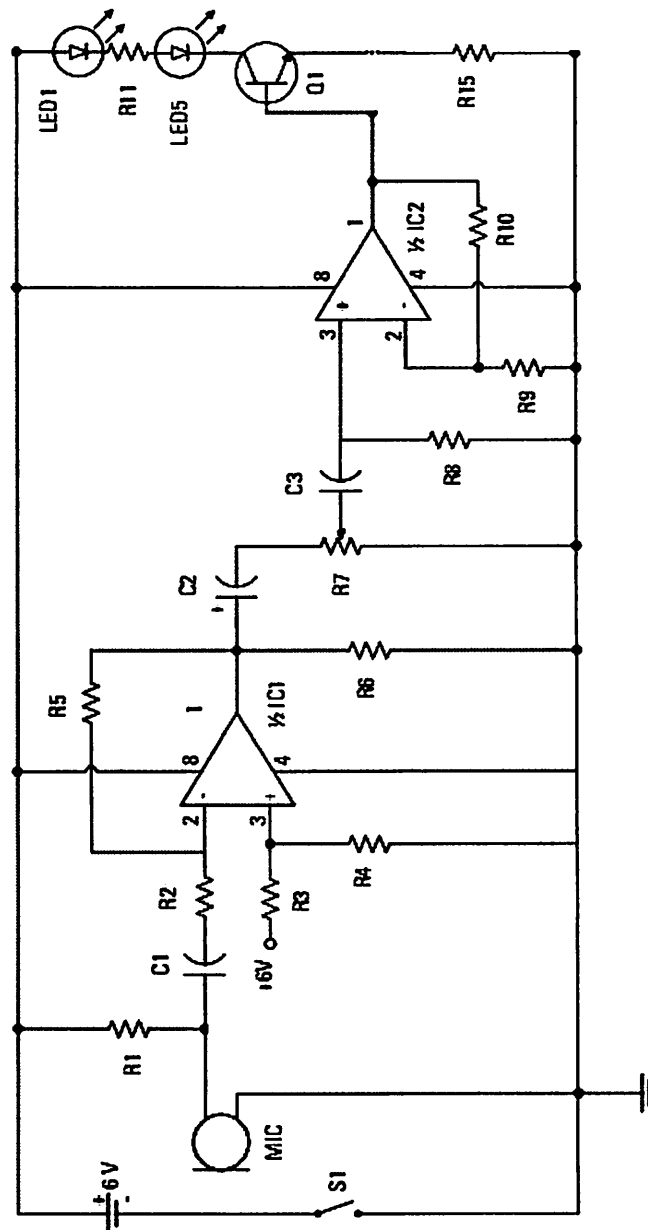
É objetivo do protótipo mostrar o conceito e funcionamento do produto para os *stakeholders*: potencial cliente, empresas com interesse em produtos de acessibilidade, professores e alunos da disciplina. O protótipo terá as seguintes simplificações e limitações em relação ao produto projetado:

- < O critério para acender a luz será apenas a frequência e intensidade do som (frequência igual à de sirene implica no acendimento da luz). Não será considerada a forma das ondas de sirenes nem a variação de frequência devido ao efeito Doppler;
- < Funcionará a pilhas ao invés de bateria recarregável;
- < Possuirá um interruptor liga-desliga.

O protótipo não contará com o microcontrolador nem com a bateria recarregável. É, portanto, mais suscetível a erros alfa e beta, ou seja, de se detectar o som de sirene quando não há sirene ou de se não detectar sirene

quando há sirene. Outra limitação é a existência da chave liga-desliga, ou seja, a existência da possibilidade do deficiente auditivo dirigir o veículo com a Luzina desligada.

O circuito do protótipo é uma adaptação (com algumas modificações) de um circuito encontrado no livro *Project Electronic for Dummies* - Capítulo 5.



-R1 (resistor de 2.2 Kohm) conecta o microfone para uma voltagem positiva, e fornece aproximadamente 4,5 volts exigidos pelo microfone para funcionar. OK

-C1 (0,1 microfarad) e C2 (10 microfarad) são capacitores cuja função é impedir a voltagem DC no sinal de entrada e permitir que o sinal CA passe. Quanto ao tipo de capacitores, C1 é um capacitor cerâmico e C2 é um capacitor eletrolítico.

O sinal processado provoca o “piscamento” do LED na situação na qual há alta frequência de som

-O IC1 (LM 358 op amps) é um amplificador operacional (op amp) que amplifica o sinal vindo do microfone.

-Os R2 (resistor de 2 Kohm) e R5 (resistor de 100 Kohm) estabelecem um ganho de cada lado de IC1. Como R5 é 50 vezes R2, um sinal processado pelo op amp é amplificado aproximadamente 50 vezes.

O ganho é a razão entre a amplitude da tensão de fora pela amplitude de tensão de entrada. Em outras palavras, significa a relação entre o fluxo de eletricidade de saída e entrada.

-R3 (47 kohm), R4 (47 kohm) e R6 (5 kohm) no circuito fornecem um comportamento DC para o amp op, que permite a amplificação da CA. Se estas resistências não estivessem lá, a porção do sinal CA entrando no amp op com tensão inferior a 0 volts seria perdida.

-C2 (Capacitor eletrolítico de 10 microfaraday) remove qualquer DC proveniente do sinal que sai dos op amps.

-R7 (potenciômetros de 10 kohms) são potenciômetros que permitem que se ajuste a sensibilidade do circuito em relação à frequência do som.

-C3 (capacitor cerâmico de 0,001 microfarads) e o R8 funcionam como um filtro passa-altas (HPF). Um filtro passa-altas é um filtro que permite a passagem das frequências altas com facilidade, porém atenua (ou reduz) a amplitude das frequências abaixo de frequência de corte. São esses filtros que fazem sons de alta frequência acender o LED 1.

-C2 (capacitor eletrolítico de 10 microfarads) é um op amp que é usado para amplificar o sinal que passa pelo filtro.

-R9 (1 kohm) e R10 (220 kohm) regulam o ganho no amplificador. R10 é 200 vezes R9, portanto o sinal processado no amplificador é amplificado 200 vezes.

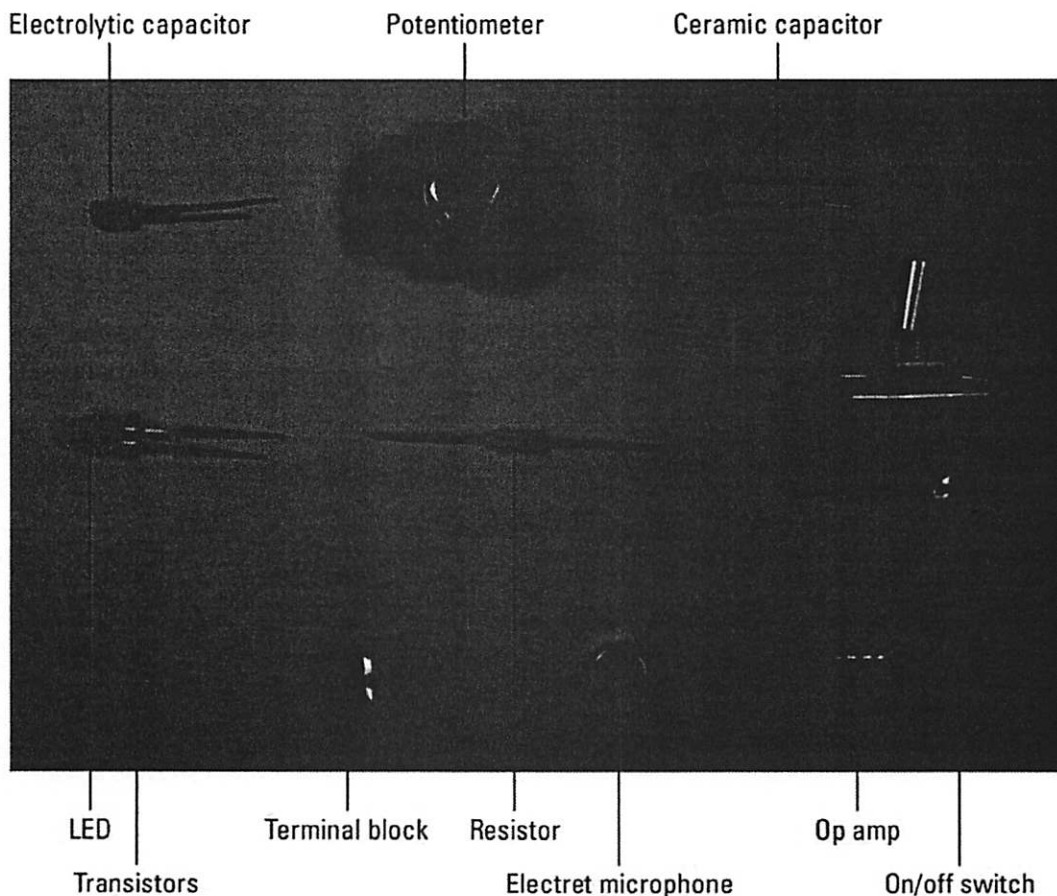
-Q1 (2N3904 transistors) as bases são conectadas com a saída do amplificador IC2. Quando a saída do amplificador atinge 0.7 volts, o transistor é ativado e a corrente corre até o LED.

-LED1 (T-1 3/4 LED) acende na presença da frequência desejada.

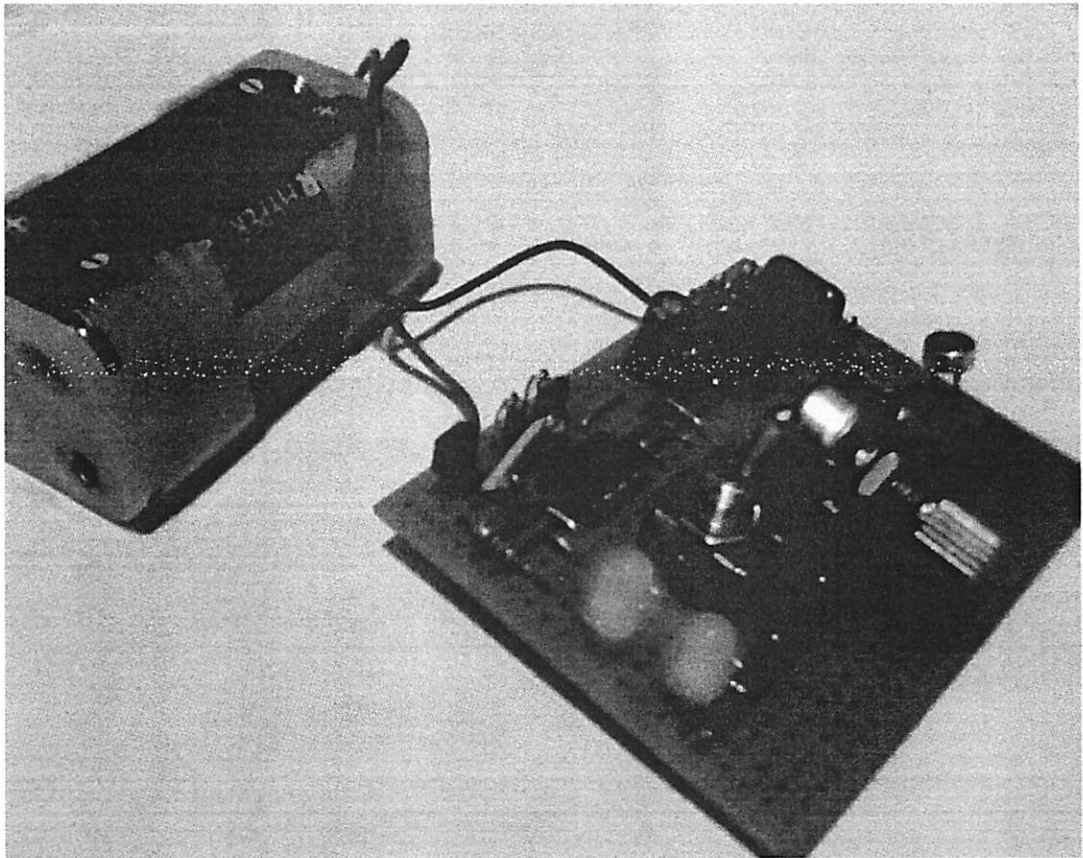
-R11 (220 ohm) e R15 (100 ohm) são resistores, que em série com o LED, limitam a corrente que passa no LED em aproximadamente 10 milliampéres.

-4 pilhas AA com suporte

-Placa de circuito.



O protótipo abrange apenas a parte elétrica e não a física.



Análise do Tipo e Modo de Falha

Descrição do Processo	Funções do processo	Modo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha Potencial	Controle	Índices				Ações recomendadas	
						G	O	D	R		
Processo de Fabricação (Luzina)	Injeção	Aparecimento de rebarbas	Perda de material	Taxa de resfriamento não constante	Supervisão e manutenção do	2	1	2	4	Verificar a máquina antes da operação	
			Perda de material	Elevada temperatura de injeção	Supervisão e manutenção do equipamento	3	2	2	12		
			Perda de material	Excesso de umidade no material		3	3	2	18		
		Empenamento	Desvio dimensional da peça a ser	Taxa de resfriamento não constante		4	2	2	16	Verificar com atenção o molde a ser usado	
		Rechupes (chupagem)	Desvio dimensional da peça a ser produzida	Má projeção do molde do próprio produto (variação da espessura da parede)		4	1	1	4	Contratar mão de qualificação para o projeto de molde	
		Contrações	Desvio dimensional da peça a ser produzida	Má projeção do molde do próprio produto (variação da espessura da parede)		8	1	1	8		
		Falta de preenchimento	Desvio dimensional da peça a ser	Baixa taxa de fluxo de material		7	1	1	7	Verificar a máquina antes da operação	
		Montagem	Parafusar frouxo	Peças podem se soltar	Falta de atenção do operador		4	1	4	16	Controle de qualidade do produto final
			falta de componentes	Produto não apre	Falta de planejamento		9	1	1	9	
	esquecer um componente		Produto não apre	Falta de atenção do operador		9	1	1	9		
	danificar algum componente		Prejudica performa	Manuseio descuidado com ferramenta		8	2	2	32		
	Soldagem	Ferro frio, Solda Fria, Excesso	Mal Contato	Soldar desconforme	Manter a ponta do ferro limpa,	9	2	2	36	Checar a qualidade	

Análise do Tipo e Modo de Falha

Descrição do Produto	Funções do Produto/Componente	Modo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha Potencial	Controle	Índices				Ações recomendadas
						G	O	D	R	
Luzina	Identificar sons de sirenes	Erro de interpretação do microcontrolador	Sinalizar incorretamente o condutor	Erro de programação para a operação do microcontrolador	Uso de simulador	10	2	8	160	Revisar constantemente a programação feita
	Acender a luz do aviso (no momento em que há o som da	Não acender a luz de aviso	Não percepção da luz acesa pelo usuário	Curto circuito	Verificar o fusível	10	2	9	180	Verificar antes de dirigir o estado do fusível
	Acender a luz do aviso (no momento em que há o som da	Não acender a luz de aviso	Alerta falsa da situação crítica	Ajuste (ou aperto) inadequado dos componentes elétricos à placa do circuito	Testes em laboratórios	10	2	9	180	Não há
	Desligamento da luz do aviso (no momento em que não há o som da	A luz de aviso permanece acesa	Alerta falsa da situação crítica	Falha do microcontrolador	Testes em laboratórios	10	2	9	180	Não há
	Fixação do produto no carro	Baixa aderência	Produto descola do vidro	Uso de material inadequado para a ventosa	Testes em laboratórios	5	3	3	45	Psquisar constantemente fornecedor que ofereça produto de qualidade a baixo preço
	autonomia energética	gasto irracional de energia	aceleração da chegada do fim da vida útil da bateria	Falha do microcontrolador (tal componente faz gestão de energia)	Sinalizador do nível de energia	7	4	3	84	Alertar o usuário da importância de verificar o sinalizador de energia no manual de instrução