



Mestrado em Engenharia Mecânica

Projeto de uma campanha modular

Trabalho Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica
Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos
Mecânicos

Autor

Fábio Daniel Neves Trindade

Orientador

Professor Doutor Luís Filipe Borrego

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Maio, 2018

RESUMO

Esta redação expõe o trabalho executado durante o desenvolvimento de uma campanha modular, na empresa EFAPEL, desde o início da sua concepção até à sua implementação nas linhas de produção da fábrica. Durante o tempo de desenvolvimento tive a oportunidade de acompanhar todo o processo de criação de um novo produto numa empresa, entrando em contacto com várias áreas industriais.

Nas primeiras semanas comecei por conhecer a instalação fabril, os seus processos e participar nos trabalhos que estavam a decorrer. Na produção acompanhei injeção de plásticos, estampagem progressiva de tiras metálicas e montagem manual de componentes.

Depois desta fase comecei por estudar o procedimento do departamento de inovação e desenvolvimento de produto, onde iria trabalhar daí em diante em vários projetos.

Ao iniciar um projeto, quer seja de um novo produto ou de uma nova gama, temos de cumprir o procedimento instituído no departamento.

O procedimento previsto para o desenvolvimento da campanha foi o seguinte:

- Planeamento da concepção - Definição das quantidades anuais de venda do produto;
- Análise de mercado - Estudo dos produtos semelhantes da concorrência;
- Investigação e desenvolvimento de soluções – Desenho dos modelos 3D;
- Definição concetual do produto – Apresentação da solução aos diferentes departamentos;
- Elaboração das especificações – Desenho 2D dos componentes;
- Planeamento da implementação – Definição de prazos com o fornecedor dos moldes;
- Operacionalização da implementação – Ensaio dos moldes;
- Pré-Série – Aprovação do produto para produção;

Neste produto tive oportunidade de acompanhar todas as fases do procedimento, o que se revelou particularmente enriquecedor por ter a possibilidade de conhecer grande parte dos processos da empresa, cooperando com outros departamentos e lidando com várias pessoas de diferentes áreas.

Palavras-chave: Campainha, modularidade, projeto, injeção de plásticos, moldes de injeção.

ABSTRACT

This essay exposes the work carried out during the development of a modular buzzer in the company EFAPEL, from the beginning of its conception until its implementation in the production lines of the factory. During the time of development, I had the opportunity to follow the whole process of creating a new product in a company, getting in touch with various industrial areas.

In the first few weeks I began to know the factory facility, its processes and participate in the work that was taking place. In the production I accompanied plastic injection, progressive stamping of metallic strips and manual assembly of components.

After this phase I began to study the procedure of the department of innovation and product development, where I would work from now on in several projects.

When starting a project, whether it is a new product or a new range, we must follow the procedure established in the department.

The procedure for the development of the buzzer was as follows:

- Conception planning - Definition of the annual quantities of the product;
- Benchmarking - Study of similar products of competition;
- Research and development of solutions - Design of 3D models;
- Conceptual definition of the product - Presentation of the solution to the different departments;
- Preparation of the specifications - 2D drawing of the components;
- Implementation planning - Definition of deadlines with the supplier of the moulds;
- Implementation operationalization - Testing of moulds;
- Pre-Series - Approval of the product for production;

In this product I had the opportunity to follow all phases of the procedure, which was particularly enriching to have the possibility to know a great part of the company's processes, cooperating with other departments and dealing with several people from different areas.

Keywords: Buzzer, modularity, development, plastic injection, mould injection.

ÍNDICE

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE QUADROS	xi
ABREVIATURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Âmbito do trabalho.....	1
1.2. A empresa	1
1.3. Organização do trabalho.....	3
2. ANÁLISE DE MERCADO.....	5
2.1. Mercado alvo	5
2.2. Análise da concorrência (Benchmarking)	5
3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	11
3.1. Definição de características	11
3.2. Desenho 3D.....	13
3.2.1. Desenho do Aro Caixa 1M	14
3.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M	15
3.2.3. Centro de Campainha 1M.....	16
3.2.4. Miolo de Campainha 1M	18
3.3. Produção de protótipos	19
3.4. Materiais dos componentes	21
3.4.1. Requisitos	22
3.4.1.1. Aro Caixa 1M	22
3.4.1.2. Tampa de Aro Caixa 1M	22
3.4.1.3. Centro de Besouro 1M	22
3.4.1.4. Miolo de Besouro 1M	22
3.4.2. Definição de matérias-primas	23
3.4.2.1. Aro Caixa 1M - Policarbonato.....	23
3.4.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M - Policarbonato.....	23
3.4.2.3. Centro de Campainha 1M – ASA	23
3.4.2.4. Miolo de Campainha 1M	24

Índice

3.5. Reuniões de Validação da Solução Técnica	24
4. IMPLEMENTAÇÃO DO PRODUTO	27
4.1. Moldes	27
4.1.1. Aprovação de anteprojeto	30
4.1.2. Primeiro Ensaio	30
4.1.3. Aprovação de ferramenta	31
4.1.4. Aprovação de componente	31
4.1.5. Aprovação de processo	31
4.2. Ensaios	31
4.2.1. Aro Caixa 1M	32
4.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M	35
4.2.3. Centro de Campainha 1M	36
4.2.4. Miolo de Campainha 1M.....	38
4.3. Aprovação do produto	41
4.4. Aprovação da pré-série.....	43
5. CONCLUSÃO	45
6. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS E/OU ALTERAÇÕES AO PRODUTO.....	47
7. BIBLIOGRAFIA	49
8. ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Edifício 1	2
Figura 2 - Edifício 2	2
Figura 3 - Edifício 3	2
Figura 4 - Edifício 4	2
Figura 5 - Campainha da Bticino.....	6
Figura 6 - Campainha da Conatel	7
Figura 7 - Campainha da Legrand	7
Figura 8 - Campainha da Schneider	8
Figura 9 - Aro de embeber da Série Q45	11
Figura 10 - Adaptador para calha	11
Figura 11 - Bloco de Secretária	12
Figura 12 - Interruptores da Série Q45.....	12
Figura 13 - Aro Caixa 1M	14
Figura 14 - Aro Caixa 2M	14
Figura 15 - Tampa Aro Caixa 1M	15
Figura 16 - Tampa de Aro Caixa 2M	15
Figura 17 - Centro de Campainha 1M	16
Figura 18 - Centro de Campainha da série Mec21	16
Figura 19 - Tampa Cega 1M Q45	17
Figura 20 - Centro Tipo F	17
Figura 21 - Garras de encaixe do centro ao aro	18
Figura 22 - Miolo de Campainha 1M	18
Figura 23 - Miolo de Campainha Mec21	19
Figura 24 - Montagem 3D dos componentes do produto.....	19
Figura 25 – Protótipo de Centro de Campainha 1M	20
Figura 26 - Protótipo do Aro Caixa 1M	20
Figura 27 - Protótipo da Tampa de Aro Caixa 1M	21
Figura 28 - Protótipo de Miolo de Campainha	21
Figura 29 - Exemplo de oxidação em plásticos.....	24
Figura 30 - Desenho 2D do Aro Caixa 1M.....	27
Figura 31 – Desenho 2D da Tampa Aro Caixa 1M	28
Figura 32 - Desenho 2D do Centro Campainha 1M.....	28
Figura 33 - Desenho 2D do Miolo de Campainha 1M	29
Figura 34 - Aro Caixa 2º Ensaio.....	33
Figura 35 - Aro Caixa 3º Ensaio.....	33
Figura 36 - Aro Caixa 4º Ensaio.....	34
Figura 37 - Aro Caixa 5º Ensaio.....	34
Figura 38 - Tampa Aro Caixa 1º Ensaio.....	35
Figura 39 - Tampa Aro Caixa 2º Ensaio.....	36
Figura 40 - Centro Campainha 1º Ensaio.....	37
Figura 41 - Centro Campainha 2º Ensaio.....	37
Figura 42 - Centro Campainha 3º Ensaio.....	38

Índice de Figuras

Figura 43 - Miolo de Campainha 1ª Amostra	39
Figura 44 - Miolo de Campainha 2ª Amostra	40
Figura 45 - Miolo de Campainha 3ª Amostra	40
Figura 46 – Amostra Padrão do Aro Caixa 1M	41
Figura 47 -Amostra Padrão da Tampa de Aro Caixa 1M	41
Figura 48 – Amostra Padrão do Centro de Campainha 1M (4º Ensaio)	42
Figura 49 - Amostra Padrão do Centro Campainha 1M	42
Figura 50 – Amostra Padrão do Miolo de Campainha 1M	43

ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1 - Ferramenta de análise a produtos concorrentes	9
Tabela 2 - Seguimento dos ensaios do molde do Aro Caixa 1M	32
Tabela 3 - Seguimento dos ensaios do molde da Tampa Aro Caixa 1M	35
Tabela 4 - Seguimento dos ensaios do molde do Centro Campainha 1M	36
Tabela 5 - Seguimento das amostras recebidas do Miolo de Campainha 1M	39

ABREVIATURAS

1M - Um módulo

ABS - Acrilonitrila butadieno estireno

ASA - Acrilonitrila estireno acrílico

EFAPEL - Empresa fabril de produtos elétricos

EN – Norma Europeia

IEP – Instituto Eletrotécnico Português

NP – Norma Portuguesa

PC - Policarbonato

PCB - Printed Circuit Board

RVST - Reunião de Validação da Solução Técnica

UV – Ultravioleta

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito do trabalho

Este trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular de projeto, do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica no ramo de Equipamentos e Sistemas Mecânicos.

O trabalho consistiu em desenvolver um novo produto, enquadrado com a série de mecanismos modulares da empresa de fabrico de produtos elétrico, EFAPEL.

Para dar início à conceção de um novo produto, segundo o procedimento atual da empresa, é necessário fazer, pelo departamento comercial, um levantamento das necessidades do mercado Nacional/Internacional. Essa responsabilidade é lhes cedida visto que é o sector que melhor conhece o mercado, tanto pela experiência no terreno como pelas informações recebidas dos clientes.

Uma vez oficializada a necessidade de um novo produto, cabe ao departamento de projeto planear a conceção e implementação desse produto, definindo assim as datas de início e fim do projeto, bem como a quantidade de recursos necessária para a conclusão do mesmo.

1.2. A empresa

A EFAPEL desenvolve e fabrica produtos para instalações elétricas de baixa tensão, tais como, aparelhagens de Embeber, Estanque e Saliente, Calhas Técnicas, Som Ambiente, DVI (Dados, Voz e Imagem) e Aparelhagem Modular para Quadros Elétricos.

A equipa de Investigação, Desenvolvimento e Inovação dedica-se à pesquisa, conceção e desenvolvimento de soluções que melhor correspondam às necessidades dos clientes, tendo em mente três princípios orientadores:

- Boa relação Qualidade/Preço;
- Facilidade e rapidez de instalação;
- Segurança e comodidade para o utilizador.

O objetivo é oferecer aos clientes uma gama completa de produtos que lhes permita projetar e executar uma instalação elétrica completa.

Fundada em 1978 e formada exclusivamente por capital Português, a EFAPEL é constituída por uma equipa de cerca de 370 colaboradores repartidos por 4 unidades industriais com uma superfície total de 26.173m². As 4 unidade industriais estão a seguir ilustradas, nas figuras 1, 2, 3 e 4.

Introdução



Figura 1 - Edifício 1



Figura 2 - Edifício 2



Figura 3 - Edifício 3



Figura 4 - Edifício 4

A EFAPEL, S.A. está certificada segundo as normas NP EN ISO 9001 (Gestão da Qualidade), NP EN ISO 14001 (Gestão Ambiental) e OHSAS 18001 / NP 4397 (Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho).

Atualmente, exporta para mais de 45 países de todo o Mundo (Alemanha, França, Rússia, Bélgica, Holanda, Grécia, Singapura, Vietname, México, Costa Rica, Argentina, Chile, Perú, Angola, Cabo Verde, Moçambique, ...)

Sediada em Serpins, a 30 Km de Coimbra, tem uma localização privilegiada no Centro de Portugal, permitindo despachar de um modo rápido e eficaz as encomendas dos clientes quer para o Norte, quer para o Sul do país.

O compromisso com o cliente assenta em três pilares que desde sempre regeram a política da EFAPEL: o Produto (conceber e fabricar produtos de Qualidade que correspondam às necessidades e expectativas dos clientes), o Serviço (Servir o Cliente do modo mais rápido e eficaz) e a melhor relação Qualidade/Preço. Deste modo, pretende ser conhecida pela competitividade, fiabilidade dos produtos e eficiência dos serviços que presta aos clientes.

1.3. Organização do trabalho

Este documento encontra-se dividido em três partes principais, uma primeira, onde é analisado o mercado alvo deste novo produto, uma segunda onde será abordado o desenvolvimento do produto, e uma terceira que descreve o processo da implementação. Assim, segue-se uma breve passagem por todos os capítulos.

Capítulo 2. É feito um estudo de mercado e são analisados os produtos semelhantes da concorrência.

Capítulo 3. Definição da listagem de funções obrigatórias, passando pela análise de protótipos até à definição da solução técnica.

Capítulo 4. Descrição de todo o processo de afinações e alterações às peças constituintes do produto.

2. ANÁLISE DE MERCADO

2.1. Mercado alvo

Um dos mercados mais aliantes para as empresas continua a ser o mercado da América do Sul, devido à sua enorme potencialidade e ao seu crescimento exponencial. Em 2014, ano em que se fez a análise de mercado, o crescimento económico nalguns países da América do Sul chegava a atingir valores perto dos 10%.

Olhando a este facto foi aberto o projeto da América do Sul na EFAPEL. Este projeto contém uma enorme variedade de produtos, entre eles uma nova gama de espelhos com diversos acabamentos, incluindo três novas tomadas (americana, brasileira e italiana) e diversos mecanismos.

Entre os novos mecanismos está a campainha, muito utilizada na Colômbia, Chile, Brasil e na Europa em algumas zonas de Espanha, nomeadamente a zona das Astúrias e nas ilhas.

Na América do Sul a lógica de montagem modular tem a maior parcela do mercado, cujo modelo é diferente do Europeu.

Enquanto que na Europa o mercado de mecanismos modulares aplica-se mais a instalações de calha, na América do Sul este mercado é transversal a todos os tipos de instalações elétricas. Os mecanismos modulares são usados tanto para instalações de calha como para instalações elétricas de embeber domésticas.

2.2. Análise da concorrência (Benchmarking)

Visto que o mercado na América do Sul é dominado por marcas como a Legrand, Bticino e Schneider, a EFAPEL terá de apresentar os seus produtos com uma grande relação qualidade/preço. Sendo uma marca pioneira nesse mercado, a necessidade de analisar os produtos já existentes das marcas concorrentes revela-se fulcral. Assim, torna-se mais fácil e rápido obter uma solução de produto que satisfará o cliente tanto a nível de qualidade como de preço.

2.2.1. Definição de Benchmarking

Benchmarking consiste no processo de procura das práticas de empresas concorrentes numa determinada indústria. É um processo através do qual uma empresa examina como outra realiza uma função específica, com objetivo de melhorar a forma como realiza a mesma ou uma função semelhante. O processo de comparação de desempenho entre dois ou mais sistemas é chamado de benchmarking.

Análise de Mercado

O processo de benchmarking não se limita à simples identificação das melhores práticas, também contempla, por exemplo, a sua divulgação por intermédio das diversas técnicas de marketing.

O benchmarking traduz-se, então num processo através do qual se observa, aprende e melhora, podendo ser aplicado a qualquer área de atividade organizacional, desde o desenvolvimento estratégico, ao serviço do cliente e sua satisfação, passando pelas operações.

Não se poderá dizer que o benchmarking constitui o único meio que permite a melhoria, sendo apenas um dos instrumentos disponíveis para o efeito. A sua utilização tem como principal benefício a orientação da empresa para o exterior, na busca permanente de oportunidades de melhoria dos seus produtos e serviços, processos, custos e prazos, etc.

Pode definir-se ainda como o processo de medição e comparação contínua de uma organização relativamente às organizações líderes em qualquer parte do mundo, de modo a obter informação que ajude essa organização a empreender ações destinadas à melhoria da sua performance.

2.2.2. Campanhas analisadas

Apresentam-se abaixo, nas figuras 5, 6, 7 e 8, algumas das campanhas mais representativas do mercado, que foram requisitadas ao Dep. Comercial para posterior análise:

Marca: BTicino;

Modelo: Living Light N4356/230;



Figura 5 - Campanha da Bticino

Marca: Conatel;

Modelo: Duomo Blanc C57423;



Figura 6 - Campainha da Conatel

Marca: Legrand;

Modelo: AQ-040BK;



Figura 7 - Campainha da Legrand

Marca: Schneider;

Modelo: MWD130127851;



Figura 8 - Campainha da Schneider

2.2.3. Resultado da análise

Após a recepção dos produtos da concorrência é feita uma análise de comparação utilizando uma ferramenta própria que consiste em avaliar quantitativamente cada produto de 1 a 5, em que cada valor corresponde a muito bom (5), bom (4), satisfatório (3), mau (2) e muito mau (1).

A avaliação é feita segundo os parâmetros que representam, para a EFAPEL, as características mais importantes de um produto.

A ferramenta utilizada, os parâmetros avaliados e as respectivas avaliações dos produtos podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1 - Ferramenta de análise a produtos concorrentes

PRODUTOS		Concorrentes/Performance				
		Bticino	Conatel	Legrand	Schneider	
CARACTERÍSTICAS	DESIGN					
	- Design exterior (visível ao utilizador)	4	2	3	3	
	- Design interior (visível ao instalador)	4	1	4	2	
	INSTALAÇÃO					
	- Adaptabilidade a diferentes tipos de instalação	4	3	4	3	
	- Tempo necessário à instalação	4	1	4	4	
	- Tempo necessário à reinstalação	4	1	4	4	
	- Ergonomia do processo de instalação	4	1	3	3	
	- Indicações para instalação	3	3	3	3	
	- Anti-erros de instalação	-	-	-	-	
	- Risco para o instalador	4	2	4	3	
	UTILIZAÇÃO					
	- Cumprimento com os requisitos normativos	3	3	3	3	
	- Eficiência e eficácia percebida	4	4	4	3	
	- Ruído de funcionamento	4	4	5	2	
	- Prisões de funcionamento	4	2	4	4	
	- Homogeneidade de folgas	5	2	5	3	
	- Ergonomia de utilização	-	-	-	-	
	- Facilidade de utilização	-	-	-	-	
	- Existência de manuais	-	-	-	-	
	- Sinalização do estado de funcionamento	-	-	-	-	
	DISTRIBUIÇÃO/ARMAZENAMENTO					
	- Nível de stock exigido	4	4	4	4	
	- Modularidade	4	4	4	4	
	- Complexidade da forma de distribuição	3	3	3	3	
	DESEMPENHO AMBIENTAL					
	- Indicações para reciclagem	0	0	0	0	
	- Cumprimento com ROHS	-	-	-	-	
	- Certificações Ambientais	-	-	-	-	
	CUSTO	1	4	3	3	
	Total	63	44	64	54	
	(5) Muito bom (4) Bom (3) Satisfatório (2) Mau (1) Muito mau					

Análise de Mercado

Da análise feita pode concluir-se que as duas campanhas que se destacam positivamente pela sua performance são as das marcas Bticino e Legrand.

3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

3.1. Definição de características

A campainha deverá ser modular, seguindo a lógica da série Q45 da EFAPEL, permitindo assim um correto enquadramento com a restante gama.

O termo modular significa que o mecanismo tem uma grande gama de aplicações, encaixando em aros de embeber na parede, em caixas salientes, adaptadores para calha, postos de trabalho, blocos de secretária, colunas, caixas de chão e em toda a restante gama que siga a lógica modular.

As figuras 9, 10 e 11, representam alguns dos componentes capazes de incorporar a campainha.

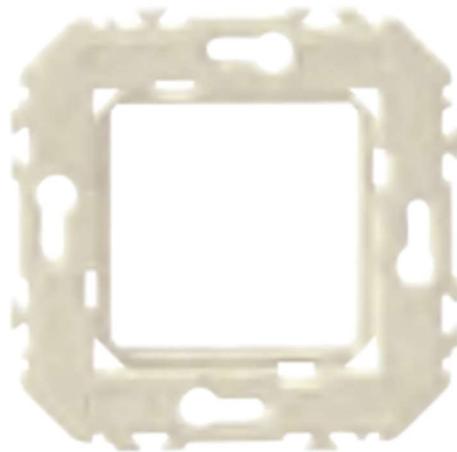


Figura 9 - Aro de embeber da Série Q45



Figura 10 - Adaptador para calha



Figura 11 - Bloco de Secretária

A nível de design exterior deverá também enquadrar-se com os restantes produtos já existentes da gama.

A figura 12 representa dois interruptores já existentes na série Q45:

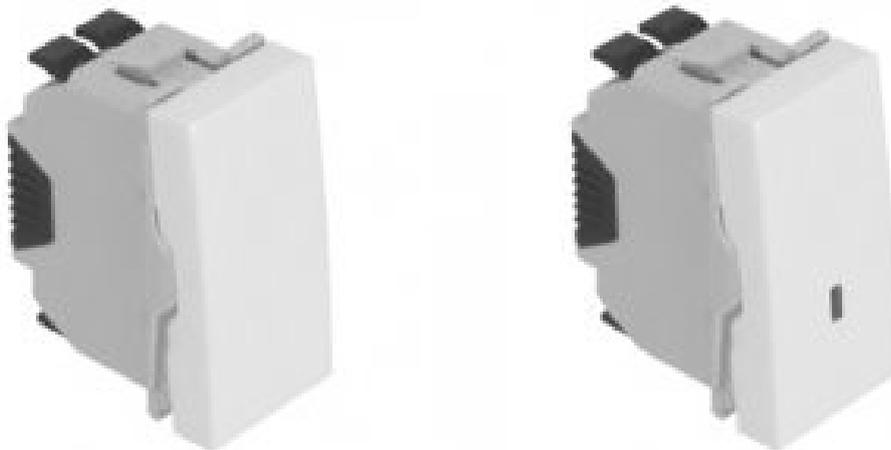


Figura 12 - Interruptores da Série Q45

Como é visível na imagem, o design da tecla apresenta linhas sóbrias com um ligeiro raio em toda a superfície da vista frontal. Todas as arestas têm raios para que seja mais agradável ao toque.

Quanto à instalação, o produto deve ser robusto, mas simultaneamente fácil de montar. Isto consegue-se recorrendo a encaixes por garras, que facilitam a montagem pois não são necessárias manobras com parafusos, por exemplo.

Deve-se também garantir uma boa localização dos terminais de ligação, proporcionando ao instalador um bom acesso aos parafusos que seguram os condutores elétricos.

Durante o funcionamento da campainha deve-se garantir uma emissão de nível sonoro similar aos existentes no mercado, para tal é necessário adquirir um miolo adequado e

garantir que a caixa plástica permita não só a correta fixação da campanha como também a propagação do som adequada para o exterior.

Em termos ambientais, consegue-se ter um bom desempenho possibilitando o desmantelamento do mecanismo de forma fácil, permitindo a separação dos componentes de diferentes matérias primas. Como tal, deve garantir-se que na montagem não se recorre a processos como soldadura ou rebitagem.

Deve-se tentar reduzir o custo de fabrico permitindo assim uma maior margem para a definição do preço de venda ao público, de maneira a ganhar um bom posicionamento do produto no mercado. Para tal deverão usar-se matérias-primas e processos atuais.

Também com o objetivo de reduzir o custo do produto optou-se por comprar o miolo da campanha a um fornecedor externo, neste caso do continente Asiático, onde a mão-de-obra é mais barata e em produtos com elevada complexidade de produção acaba por ter um peso significativo no custo industrial. A conceção será desenvolvida pela EFAPEL, no entanto será outra empresa a fabricar os moldes e a implementar os processos necessários à respetiva produção. A EFAPEL comprará os miolos de

campanha a essa empresa externa para posteriormente efetuar a montagem na caixa que será desenvolvida e produzida pela EFAPEL.

3.2. Desenho 3D

Após definição das características fundamentais que o produto deverá ter, inicia-se o a fase do design. É nesta fase que o nível de criatividade do projetista é essencial, surgem muitos problemas devido a limitações físicas e cabe ao projetista desenvolver as soluções possíveis, adequadas à realidade da empresa, e as melhores em termos de eficiência.

É muito importante conhecer a gama da EFAPEL pois irão aparecer obstáculos no desenvolvimento de novos produtos que com certeza já foram ultrapassados em produtos já existentes com pormenores semelhantes. Muitas vezes não há necessidade de criar uma nova solução, basta copiar uma solução que já existe e que funciona para um outro produto da gama.

Este processo de tentar encontrar soluções já existentes na EFAPEL poupa muitas horas de desenho 3D, permite ao projetista desenhar algo que já viu a funcionar em vez de uma possível solução abstrata que apenas poderá ser comprovada posteriormente com recurso a protótipos.

Após a realização dos primeiros desenhos inicia-se a fase de discussão com o gestor do projeto e com o diretor. Serão feitos ajustes aos desenhos de forma iterativa, em cada reunião para discussão do desenho são analisados os pontos a melhorar para que o projetista possa desenhar uma nova versão e assim sucessivamente.

O software utilizado para desenhar é o CATIA do fornecedor Dassault Systems.

Desenvolvimento do Produto

Para a campanha foram feitos quatro desenhos, um para cada componente que o produto terá.

3.2.1. Desenho do Aro Caixa 1M

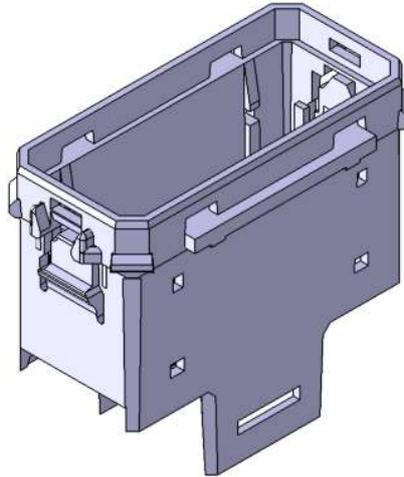


Figura 13 - Aro Caixa 1M

O Aro Caixa 1M, apresentado na figura 13, desenhou-se com base no Aro Caixa 2M, apresentado na figura 14, que já existia na gama da EFAPEL, adequando dimensões e encaixes para o formato de um módulo.

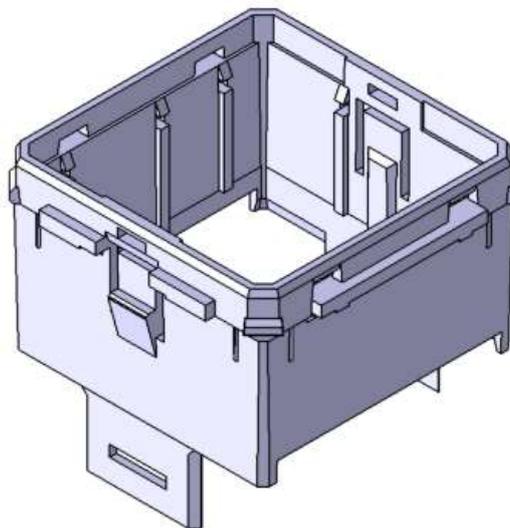


Figura 14 - Aro Caixa 2M

Foram ainda introduzidas novas funcionalidades, tais como uma nova geometria de garra que permite maior facilidade na remoção da campainha quando montada no aro e um novo patamar de assentamento interior, que permite a utilização de um PCB de comando eletrónico no nível superior do aro. Esta última função não será utilizada na campainha, mas poderá ser utilizada em produtos futuros uma vez que o Aro Caixa 1M foi concebido com o intuito de incorporar diferentes tipos de miolos eletrónicos. Alguns

dos futuros produtos que este componente integrará serão o Carregador USB 1M e a Tomada HDMI 1M, que ainda não foram introduzidos em nenhum novo projeto, mas já fazem parte das requisições do departamento comercial.

3.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M

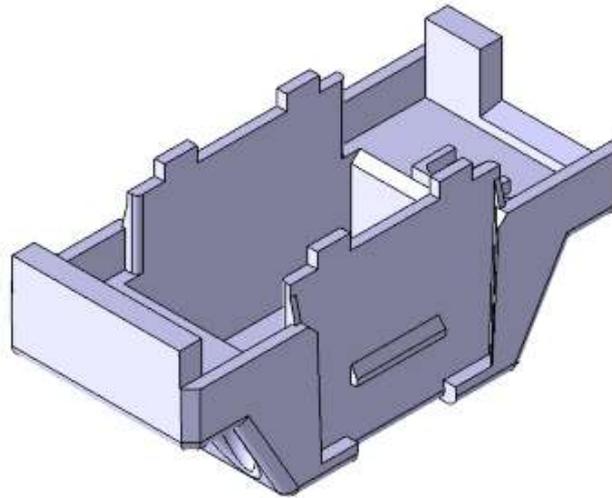


Figura 15 - Tampa Aro Caixa 1M

A Tampa de Aro Caixa 1M, apresentada na figura 15, desenhou-se com base na Tampa de Aro Caixa 2M, apresentada na figura 16, adequando dimensões e encaixes para o formato de um módulo apenas.

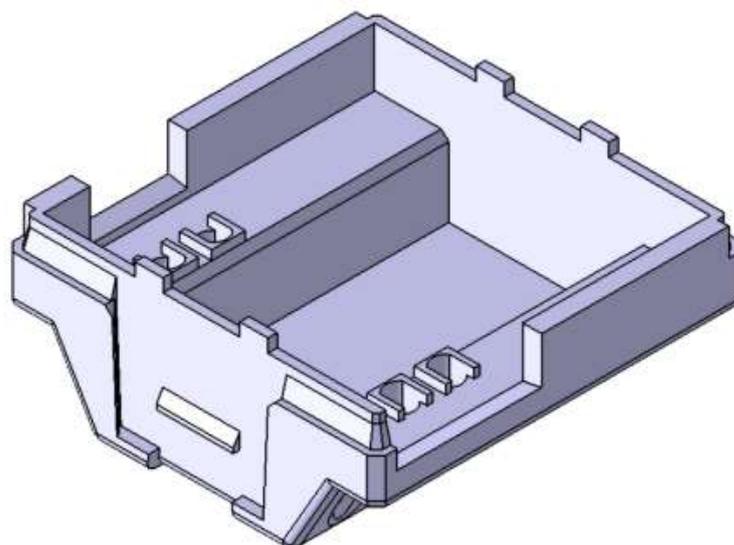


Figura 16 - Tampa de Aro Caixa 2M

3.2.3. Centro de Campainha 1M

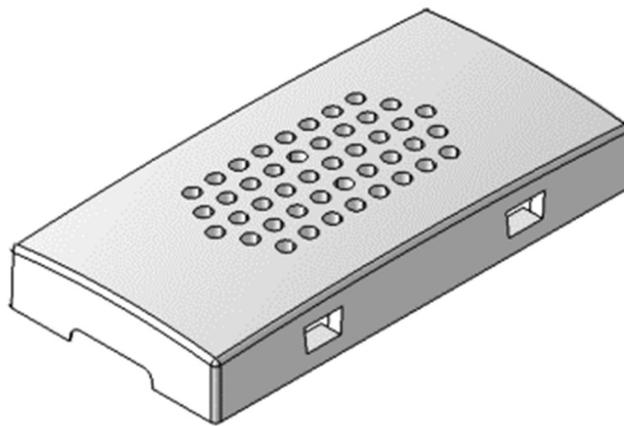


Figura 17 - Centro de Campainha 1M

O Centro de Campainha, apresentado na figura 17, não existia em dois módulos, como aconteceu com o Aro Caixa 1M e Tampa de Aro Caixa 1M. O mais similar é o centro de campainha da Mec21, apresentado na figura 18, no entanto a lógica é completamente distinta, pois é uma peça de outra série.

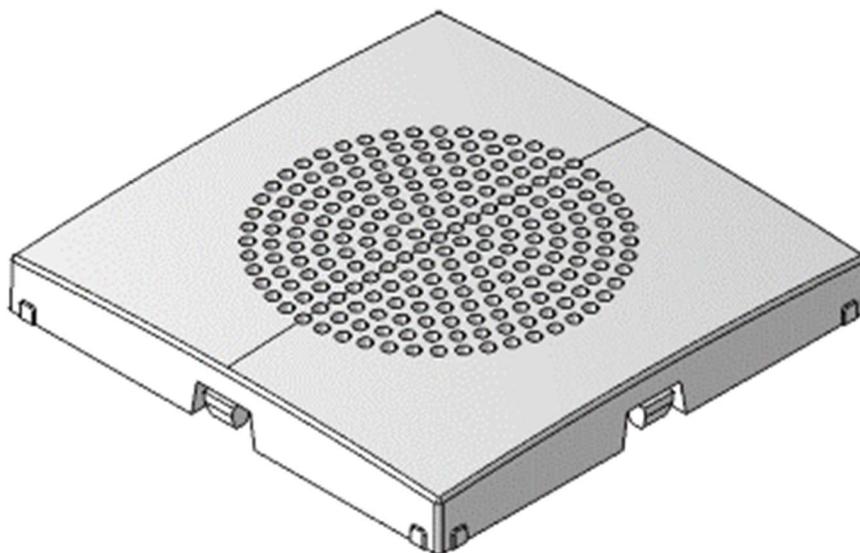


Figura 18 - Centro de Campainha da série Mec21

Assim, foi desenhado com base em outros produtos, por exemplo, a superfície deveria ser a mesma usada para componentes já existentes na gama Q45, tais como a Tampa Cega 1M, apresentada na figura 19, e o Centro tipo F 1M, apresentado na figura 20. Garantindo assim uma coerência de linhas em toda a gama Q45.

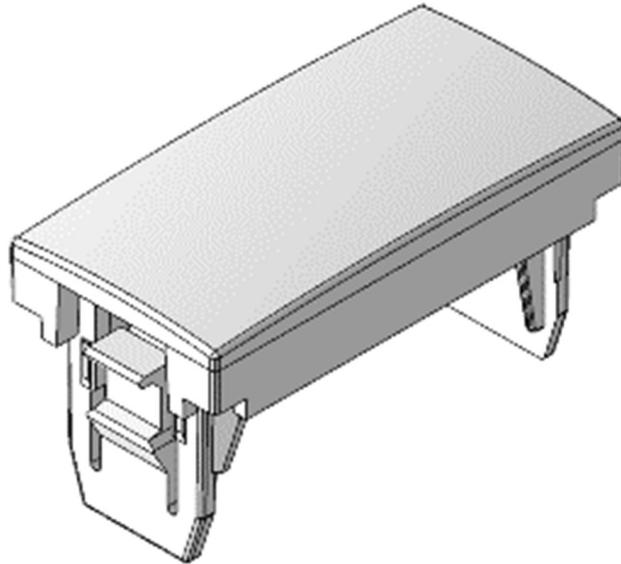


Figura 19 - Tampa Cega 1M Q45

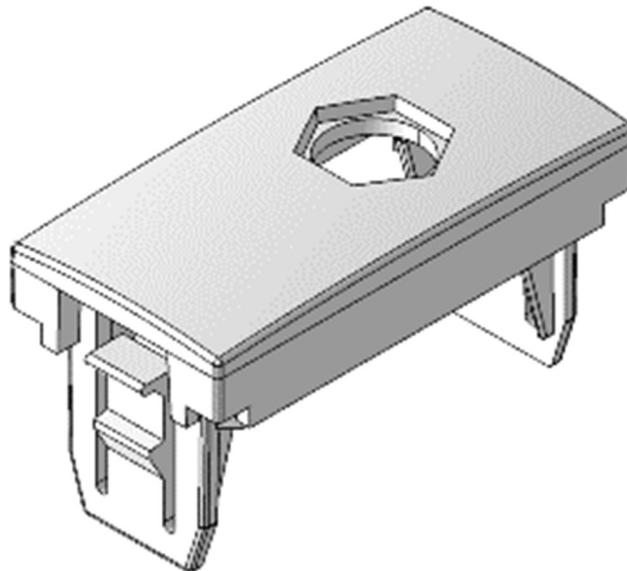


Figura 20 - Centro Tipo F

Os furos feitos na superfície têm como objetivo permitir a propagação do som, usando a mesma lógica da concorrência e dos centros de campainha Mec21 da EFAPEL.

O encaixe do Centro de Campainha no Aro Caixa é feito por quatro garras, usando a mesma lógica dos Centros de dois módulos no Aro Caixa de dois módulos, como mostra a figura 21.

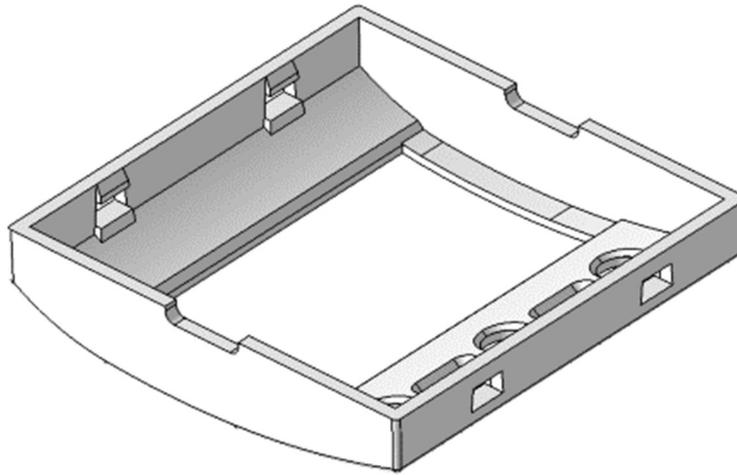


Figura 21 - Garras de encaixe do centro ao aro

3.2.4. Miolo de Campainha 1M

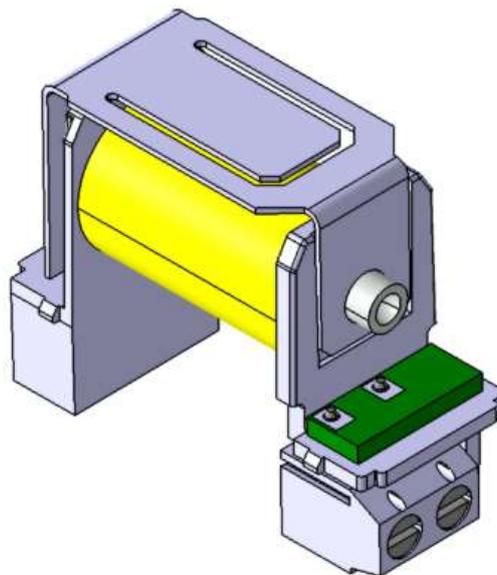


Figura 22 - Miolo de Campainha 1M

O Miolo de Campainha 1M, apresentado na figura 22, desenhou-se com base no miolo de campainha da série Mec21, apresentado na figura 23, mantendo a mesma lógica de funcionamento, mas sofrendo grandes alterações físicas devido à restrição de espaço. O miolo é constituído por base plástica, enrolamento ou bobine de fio de cobre com espessura 0.05mm de diâmetro, veio metálico, chapa metálica e terminal de ligadores para fazer a ligação à eletricidade.

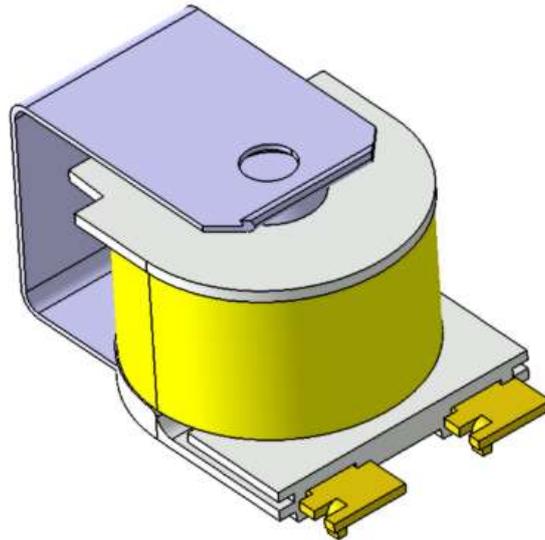


Figura 23 - Miolo de Campainha Mec21

3.3. Produção de protótipos

Após chegar a uma versão final de desenho 3D , conforme mostra a figura 24, existe a necessidade de ter o componente na mão, ter algo físico com que seja possível testar aspetos impossíveis de verificar no desenho 3D.

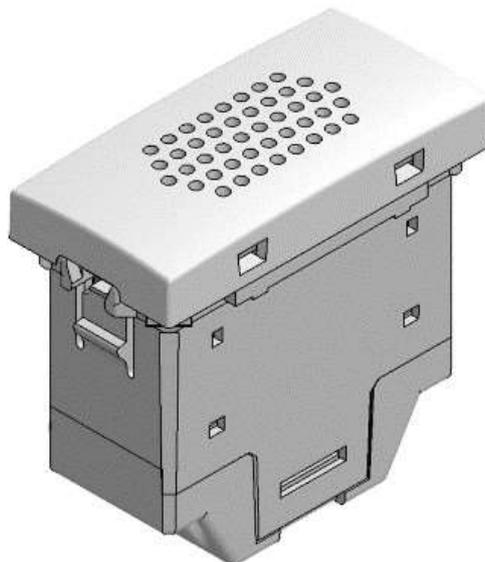


Figura 24 - Montagem 3D dos componentes do produto

A tecnologia de prototipagem rápida permite fabricar objetos físicos a partir de uma fonte de dados. Esta fonte de dados é normalmente obtida com recurso a tecnologia CAD. As geometrias podem ser obtidas utilizando um programa de modelação 3D, neste caso esse programa é o CATIA.

O processo de fabrico com recurso à deposição de material camada a camada para a produção do componente oferece diversas vantagens em muitas aplicações quando

Desenvolvimento do Produto

comparado aos processos de fabricação clássicos, baseados em remoção de material, tais como fresagem ou torneamento.

Existe uma grande variedade de materiais com os quais se podem fabricar os componentes, permitindo a obtenção de peças com grande nível de qualidade e muito similares a uma peça de produção em série.

Neste caso em particular solicitou-se a produção de protótipos a uma empresa externa, que utilizou o processo de estereolitografia (SLA) para a produção dos componentes.

As figuras 25, 26, 27 e 28 mostram os componentes em questão:



Figura 25 – Protótipo de Centro de Campainha 1M

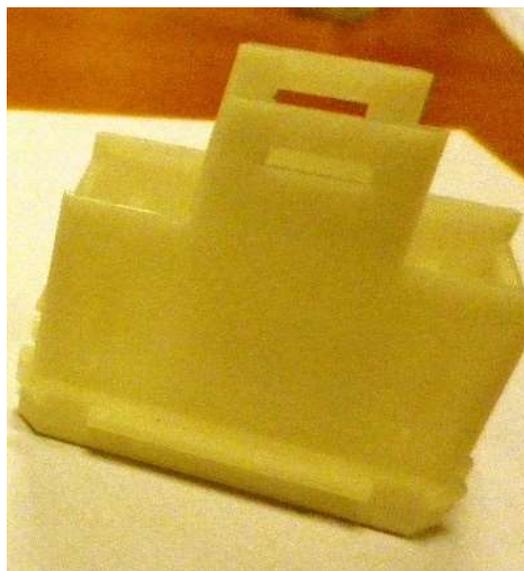


Figura 26 - Protótipo do Aro Caixa 1M

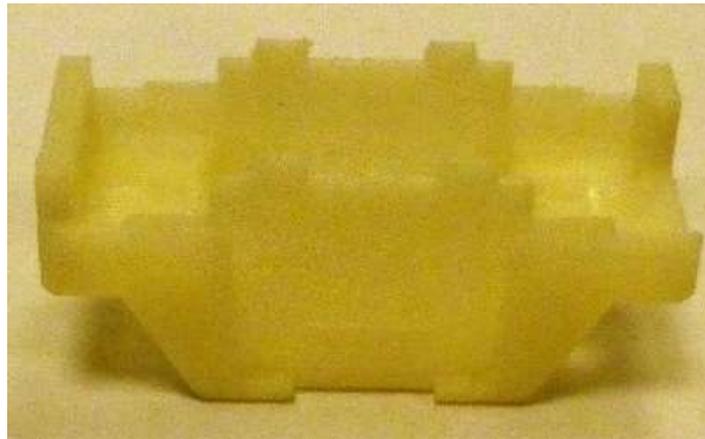


Figura 27 - Protótipo da Tapa de Aro Caixa 1M



Figura 28 - Protótipo de Miolo de Campanha

Com estes protótipos validaram-se aspetos de encaixe, ergonomia para o instalador, som emitido e foi possível verificar o aspeto real do produto.

3.4. Materiais dos componentes

Existem várias condicionantes na escolha de uma matéria-prima e cada componente tem de ser analisado em específico, tendo em conta a sua função.

3.4.1. Requisitos

O produto é desenvolvido segundo uma norma, concretamente a NP EN 62080 2013, que dita as regras em vigor para dispositivos de sinalização sonora para utilização doméstica e análoga. A análise normativa é feita pelo Dep. de Qualidade. No início do desenvolvimento do produto, marca-se uma reunião com o Diretor do Dep. de Qualidade para discutir aspetos relevantes que a norma refere. Neste caso as principais limitações são no aumento de temperatura em funcionamento, no entanto foram consideradas irrelevantes considerando produtos similares que passaram os testes normativos.

3.4.1.1. Aro Caixa 1M

É um componente que tem de aguentar temperaturas altas, provenientes do miolo de besouro. O aspeto não é relevante uma vez que é uma peça interior (não visível ao utilizador).

3.4.1.2. Tampa de Aro Caixa 1M

Tem uma função similar ao Aro Caixa 1M, portanto deverá ser composta pelo mesmo material.

3.4.1.3. Centro de Besouro 1M

É uma peça exterior (visível ao utilizador), exige, portanto, um bom acabamento superficial, tanto no momento da instalação como ao longo dos anos, tendo que aguentar ao envelhecimento e à radiação UV.

3.4.1.4. Miolo de Besouro 1M

A peça base deve ser má condutora elétrica e térmica uma vez que o enrolamento que nela será feito aquece bastante ao ser percorrido pela corrente elétrica.

O enrolamento deverá ser bom condutor elétrico e capaz de aguentar temperaturas altas, uma vez que resiste à passagem de corrente, originando assim uma subida de temperatura.

O veio deve ser bom condutor eletromagnético, uma vez que servirá de ligação entre o enrolamento e a chapa.

A chapa deve ter boa ressonância pois é o componente que produz o som da campainha.

A placa de PCB tem como função manter uma ligação entre o terminal e o enrolamento duradoura e rígida.

O terminal de ligação é um componente standard existente no mercado, portanto não é possível definir a sua matéria-prima.

3.4.2. Definição de matérias-primas

Sabendo todos os requisitos que cada componente apresenta, é possível definir a matéria-prima correspondente. Existe sempre vantagem em utilizar matérias-primas atuais. Torna mais simples o armazenamento pois diminui o stock necessário e evita o trabalho de registar uma nova matéria-prima no sistema.

No caso da campanha não foi necessário recorrer a novas matérias-primas, uma vez que os novos componentes são muito semelhantes em termos de função a outros já existentes, as matérias-primas definidas são as mesmas.

3.4.2.1. Aro Caixa 1M - Policarbonato

O Policarbonato é um plástico muito utilizado em engenharia, pois combina um alto nível de propriedades mecânicas e térmicas, proporcionando ao utilizador praticidade, economia e segurança. O PC é o termoplástico que mais se assemelha com o vidro, com a vantagem de ser altamente resistente a impactos, possuir alta resistência térmica, baixo peso específico, grande flexibilidade e versatilidade de usos, além de também oferecer um alto nível de segurança a fogos por ser um material auto extingüível, evitando assim a propagação das chamas.

3.4.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M - Policarbonato

Uma vez que as restrições são semelhantes ao Aro Caixa, definiu-se a mesma matéria-prima, policarbonato.

3.4.2.3. Centro de Campanha 1M – ASA

O ASA é utilizado em grande parte dos centros da gama da EFAPEL. Para componentes que estarão visíveis ao utilizador é a escolha ideal. Este derivado do ABS, ao qual são adicionados aditivos antioxidantes e anti-UV, tem como propriedade principal a resistência às intempéries. Principalmente à oxidação resultante da exposição à luz solar, que facilmente torna outros polímeros, tais como o ABS sem aditivos, amarelados e quebradiços.

Pode ver-se na figura 29 um exemplo em que os interruptores em ABS se tornaram amarelados, enquanto que a caixa em PC continua branca.



Figura 29 - Exemplo de oxidação em plásticos

3.4.2.4. Miolo de Campainha 1M

Apesar do miolo de campainha ser produzido por outra empresa, houve alguns requisitos definidos pela EFAPEL.

A base será em termoplástico definido pelo fornecedor.

O enrolamento será em fio de cobre com diâmetro 0,05 mm.

O veio será em ferro galvanizado.

A chapa será também em ferro galvanizado com 0,5 mm de espessura.

O terminal de ligação será comprado a outra empresa externa, neste caso do continente europeu, devido ao risco associado ao componente em questão, uma vez que é a parte que permite fazer a ligação à rede elétrica. No entanto a encomenda dos terminais e montagem no miolo terá de ser garantida pela empresa que produzirá o miolo de campainha.

3.5. Reuniões de Validação da Solução Técnica

Após a definição da solução técnica, ou seja, tendo chegado à solução ideal para o produto que inicialmente se tinha definido, é altura de reunir com os responsáveis dos restantes departamentos.

Estas reuniões têm como objetivo apresentar o produto e analisar se existe necessidade de adequá-lo a cada área específica da empresa.

As peças analisadas nas reuniões foram o Aro Caixa 1M, a Tampa Aro Caixa 1M e o Centro Campainha 1M. O Miolo de Campainha não foi analisado uma vez que não será produzido na EFAPEL.

Começando por uma das mais importantes, a RVST de injeção, onde estão presentes o diretor da produção, o responsável pela manutenção dos moldes, o responsável pelo projeto e o projetista do componente.

Nesta reunião abordamos questões relativas às espessuras e acabamentos das peças, analisamos as saídas necessárias à moldação e desmoldação, definimos linhas de junta e locais de ajustamento, analisamos a necessidade de fazer postigos no molde ou de introduzir movimentos, definimos quais as faces que não poderão apresentar costuras e qual o local para o ponto de injeção.

Neste caso concreto da campainha as reuniões decorreram de uma forma normal, sem grandes problemas levantados, isto porque os componentes são semelhantes a outros já existentes e o que foi definido anteriormente continua a ser válido para peças semelhantes.

Para além da RVST de injeção ainda foram feitas as de pintura, impressão laser, montagem e embalagem.

A de pintura aplica-se apenas ao centro uma vez que será produzido em todas as cores da série Q45, branco, alumina e preto mate. Apenas as duas últimas cores são pintadas, mas é nesta reunião que se verifica a fixação do centro nos bastidores com as peças protótipo anteriormente testadas.

Após decorridas todas as reuniões necessárias para a aprovação da solução por parte dos departamentos envolvidos na futura produção da campainha, avança-se para a implementação do produto.

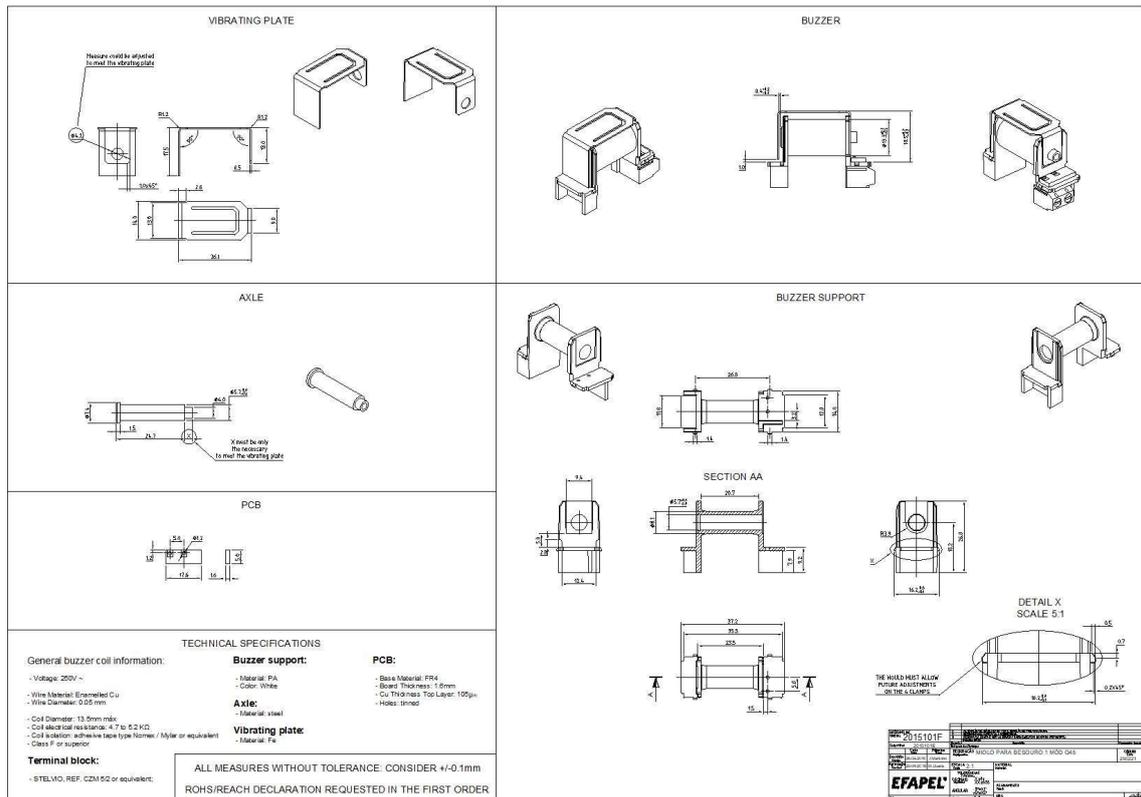


Figura 33 - Desenho 2D do Miolo de Campanha 1M

Para complementar o desenho 2D enviam-se também as especificações do molde exigidas pela EFAPEL, onde se definem as quantidades anuais que o molde terá de produzir, o número de cavidades, o tipo de matéria-prima a ser injetada, os acabamentos e as datas de entrega do molde à EFAPEL.

É com esta informação e com os desenhos 2D que as empresas externas orçamentam o fabrico dos moldes.

Com base no orçamento dado pelas empresas, é escolhido o fornecedor do molde para cada componente. Podendo ser um fornecedor diferente para cada componente ou um fornecedor a fazer todos os moldes. Este último caso pode ser uma mais valia em componentes que interagem entre si, como é o caso desta campanha.

Sendo o mesmo fornecedor a trabalhar com os mesmos equipamentos e usando o mesmo processo em todos os moldes é mais fácil obter um resultado semelhante entre componentes injetados. Contando também com o planeamento, que será mais fácil de realizar sabendo qual o tempo médio de resposta do fornecedor.

No caso da campanha conseguiu-se destinar o fabrico dos moldes apenas a um fornecedor.

Implementação do Produto

Após assinar o contrato com a EFAPEL o fabricante dos moldes tem o seu tempo contabilizado para as diferentes fases do fabrico do molde. Negoceia-se previamente com o fornecedor e definem-se em conjunto as seguintes datas.

4.1.1. Aprovação de anteprojecto

Reúnem-se as pessoas envolvidas no desenvolvimento do componente, nomeadamente projetista, responsável de projeto e responsável pela aprovação do molde. Verifica-se o desenho 2D do molde, enviado pelo fornecedor, analisam-se os pontos críticos e informa-se o fornecedor da aprovação ou não-aprovação do molde. Caso não seja aprovado é solicitado ao fornecedor que realize novo anteprojecto com as correções exigidas.

O molde do Miolo de Campainha não seguiu este processo, havendo apenas uma data para entrega das primeiras peças e outra para a aprovação do produto.

As datas de entrega do anteprojecto por parte do fornecedor dos moldes foram as seguintes:

Molde Aro Caixa 1M – 28/04/2016

Molde Tampa Aro Caixa 1M – 03/05/2016

Molde Centro de Campainha 1M – 03/05/2016

Os anteprojetos foram todos aprovados em 05/05/2016, tendo como data limite definida no contrato o dia 16/05/2016.

4.1.2. Primeiro Ensaio

Nunca saem peças finais no primeiro ensaio. Fica por fazer o polimento e as marcações pois caso haja algum problema com o molde que exija correções a zonas moldantes, não se corre o risco de ser numa zona de marcações ou numa zona polida. Evitando assim o desperdício de trabalho.

As datas definidas para primeiro ensaio dos moldes foram as seguintes:

Molde Aro Caixa 1M – 29/07/2016

Molde Tampa Aro Caixa 1M – 22/07/2016

Molde Centro de Campainha 1M – 15/07/2016

Para o molde do Miolo de Campainha foi definida a data de 29/07/2016 para envio das primeiras peças.

4.1.3. Aprovação de ferramenta

Ocorre quando o molde tem todas as exigências definidas pela EFAPEL. Normalmente não é aprovada antes do terceiro ensaio.

As datas para aprovação dos moldes foram as seguintes:

Molde Aro Caixa 1M – 16/09/2016

Molde Tampa Aro Caixa 1M – 16/09/2016

Molde Centro de Campanha 1M – 02/09/2016

4.1.4. Aprovação de componente

Assim que o componente for considerado como final pode-se aprovar a peça.

As datas para aprovação de componentes foram as seguintes:

Molde Aro Caixa 1M – 19/08/2016

Molde Tampa Aro Caixa 1M – 19/08/2016

Molde Centro de Campanha 1M – 05/08/2016

Para o molde do Miolo de Campanha foi definida a data de 16/09/2016 para aprovação do produto.

4.1.5. Aprovação de processo

Uma vez aprovado o componente é necessário verificar com o departamento de produção se o processo de injeção ocorre sem anomalias.

Atingindo-se todos os aspetos acima mencionados, o molde fica na EFAPEL aguardando ordem de produção.

As datas para aprovação de processo foram as seguintes:

Molde Aro Caixa 1M – 02/09/2016

Molde Tampa Aro Caixa 1M – 02/09/2016

Molde Centro de Campanha 1M – 19/08/2016

4.2. Ensaio

Definidas as datas para cada fase dos moldes e após a formalização do contrato, existe um tempo de espera por parte do projeto. A responsabilidade passa a estar do lado do fabricante dos moldes que terá de encomendar as placas e maquiná-las consoante a peça a moldar.

Implementação do Produto

Assim que o fornecedor tenha finalizado o fabrico do molde envia-o para a EFAPEL para que seja ensaiado.

Quando o molde chega à EFAPEL é encaminhado para o responsável pelos ensaios de injeção. É posto o molde na máquina e são injetadas entre 50 a 100 peças, anotando no relatório de injeção os valores mais importantes como o tempo de ciclo e a pressão de injeção. Estes valores irão sendo afinados ao longo dos ensaios até atingirem parâmetros ideais para as peças em questão.

As peças injetadas são depois enviadas para o departamento de projeto para que o projetista que as desenhou possa fazer a verificação dimensional e realizar o relatório de verificação do componente que será enviado para o fabricante do molde.

Os moldes ficam na EFAPEL uma a duas semanas consoante a disponibilidade do responsável de ensaios de injeção e do projetista.

4.2.1. Aro Caixa 1M

Na tabela 2 é possível analisar o número de ensaios e as datas em que ocorreram.

Tabela 2 - Seguimento dos ensaios do molde do Aro Caixa 1M

N.º do ensaio	Data de Receção de Ferramenta	Data de Receção dos Componentes	Aprovado (A) / Não Aprovado (N)	Imputado ao Dep. Projeto (P)	Data da Verificação da Ferramenta	Aprovada (A) / Não Aprovada (N)	Obs.	Componente	Ferramenta	Processo
1	2016/08/08	2016/08/10	N		2016/08/31	N	Molde avariou - não saíram peças			
2	2016/09/19	2016/09/20	N	P	2016/09/22	N				
3	2016/10/24	2016/10/27	N	P	2016/10/28	N	No próximo ensaio injetar mínimo 50 componentes			
4	2016/11/18	2016/11/18	N		2016/11/17	A	Solicitados 50 comp(s)		2016/11/17	
5	2016/11/28	2016/12/06	N		2016/11/17	A			2016/11/17	
6	2017/01/09	2017/01/12	A	P	2016/11/17	A	Solicitados 50 comp(s)	2017/02/08	2016/11/17	2017/01/12

1ºEnsaio

No primeiro ensaio não foi possível injetar peças devido a um problema no molde, o sistema de extração não funcionava.

2ºEnsaio

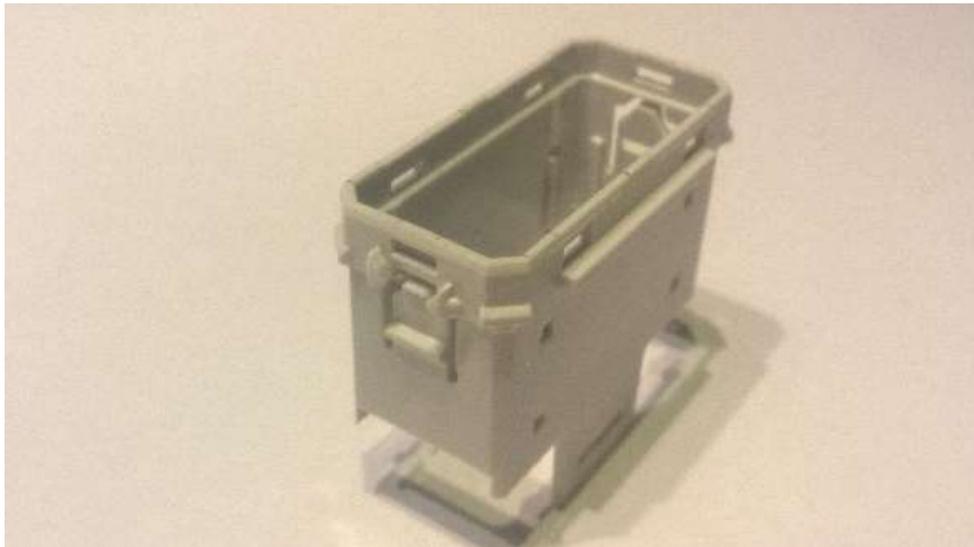


Figura 34 - Aro Caixa 2º Ensaio

As correções e alterações a fazer foram:

- Acertar os extratores com a superfície da peça, estavam 0,1mm salientes;
- Eliminar rebarbas nas zonas moldadas por movimento;
- Alterar o tipo de garra, alargando-a de 6mm para 7,3mm;
- Eliminar o chanfro que segura o centro.

3ºEnsaio

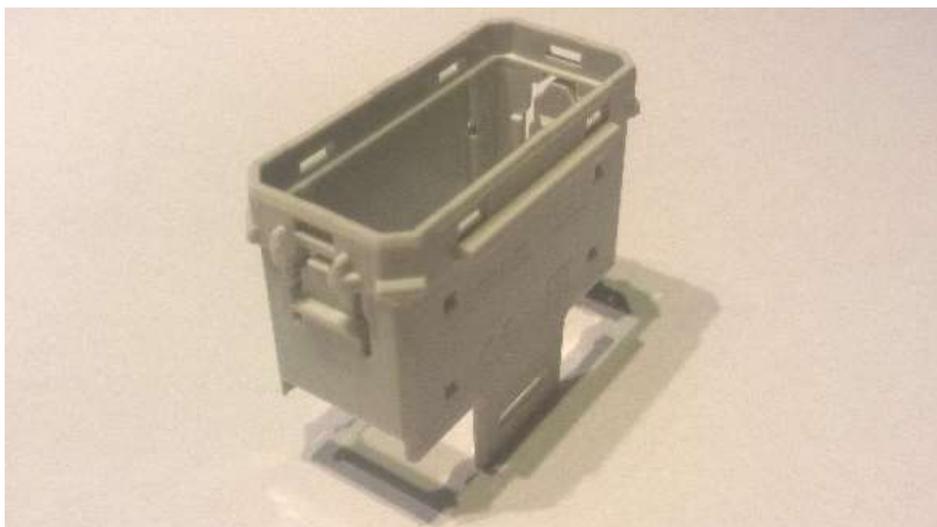


Figura 35 - Aro Caixa 3º Ensaio

As correções e alterações a fazer foram:

- Refazer a marcação “Made in Portugal” de maneira a fazê-la maior e com mais relevo;

Implementação do Produto

- Eliminar marcas de arrastamento de material no interior das paredes da peça;
- Adicionar ribs nas laterais com o objetivo de eliminar a folga existente na montagem com o Aro de embeber Q45.

4ºEnsaio



Figura 36 - Aro Caixa 4º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Adicionar plástico na zona de encaixe da Tampa Aro Caixa 1M de maneira a eliminar a folga existente.

5ºEnsaio

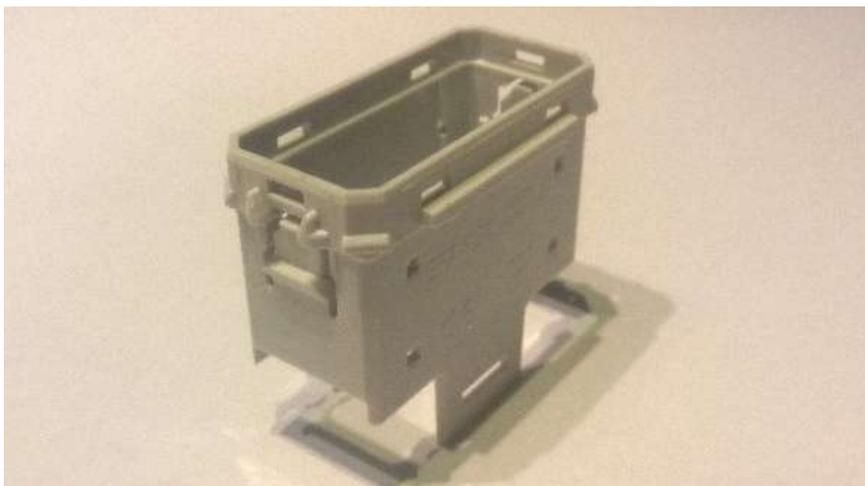


Figura 37 - Aro Caixa 5º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Adicionar plástico nos quatro cantos que seguram os espelhos das restantes gamas da EFAPEL.

4.2.2. Tampa de Aro Caixa 1M

Na tabela 3 é possível analisar o número de ensaios e as datas em que ocorreram.

Tabela 3 - Seguimento dos ensaios do molde da Tampa Aro Caixa 1M

N.º do ensaio	Data de Receção de Ferramenta	Data de Receção dos Componentes	Aprovado / Ñ Aprovado	Imputado ao Dep. Projeto (P)	Data da Verificação da Ferramenta	Aprovada / Ñ Aprovada	Obs.	Componente	Ferramenta	Processo
1	2016/07/29	2016/08/03	N		2016/08/04	N				
2	2016/09/05	2016/09/05	N		2016/09/06	N				
3	2016/09/13	2016/09/20	A		2016/09/09	A		2017/02/08	2016/09/09	2017/02/10

1ºEnsaio



Figura 38 - Tampa Aro Caixa 1º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Corrigir zona dos ligadores pois não foi feita de acordo com o desenho (erro do fabricante do molde);
- Eliminar rebarbas na zona de encaixe ao Aro Caixa 1M.

Implementação do Produto

2ºEnsaio

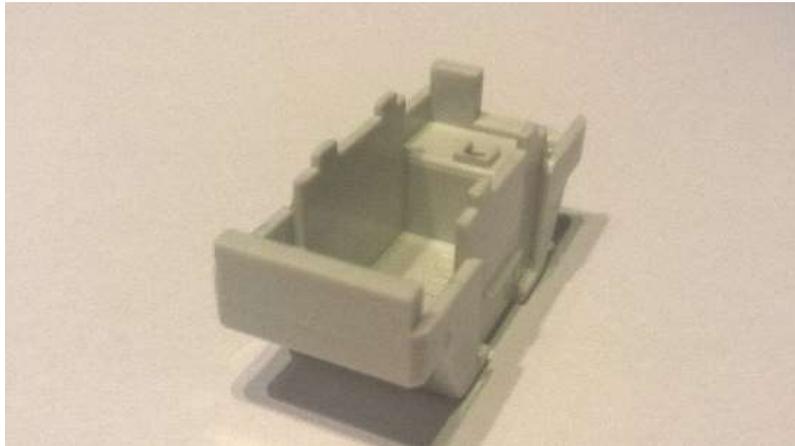


Figura 39 - Tampa Aro Caixa 2º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Eliminar rebarbas na zona de encaixe ao Aro Caixa 1M.

4.2.3. Centro de Campainha 1M

Na tabela 4 é possível analisar o número de ensaios e as datas em que ocorreram.

Tabela 4 - Seguimento dos ensaios do molde do Centro Campainha 1M

N.º do ensaio	Data de Receção de Ferramenta	Data de Receção dos Componentes	Aprovado (A) / Ñ Aprovado (N)	Imputado ao Dep. Projeto (P)	Data da Verificação da Ferramenta	Aprovada (A) / Ñ Aprovada (N)	Obs.	Componente	Ferramenta	Processo
1	2016/06/20	2016/06/22	N		2016/07/07	N	Injetar 100 componentes para ensaio de pintura			
2	2016/07/25	2016/07/25	N		2016/07/28	N				
3	2016/08/08	2016/08/10	N		2016/08/09	N	1 cavidade			
4	2016/09/05	2016/09/06	N		2016/09/02	A			2016/09/02	
5	2017/02/03	2017/02/03	A	P	2016/09/02	A	FO 06/2017	2017/02/08	2016/09/02	2017/02/03

1ºEnsaio



Figura 40 - Centro Campainha 1º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Eliminar marcas de arrastamento nas faces laterais visíveis;
- Alterar o local do ponto de injeção mais para baixo uma vez que quando montado num Aro de embeber com o respetivo espelho da série Q45 o ponto fica visível ao utilizador. Erro da EFAPEL pois não foi indicado no desenho 2D a altura máxima do ponto de injeção;
- Peça fica presa no molde e conseqüentemente é empurrada pelos extratores ao ponto de deformar a face visível.

2ºEnsaio

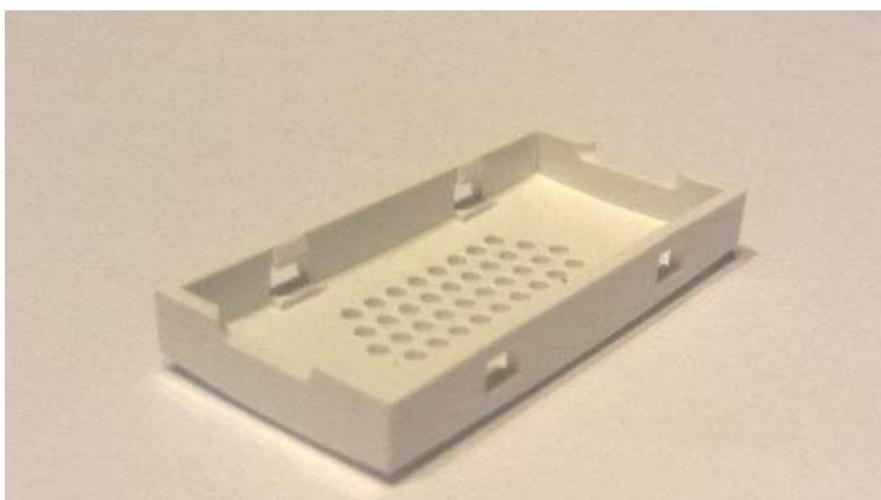


Figura 41 - Centro Campainha 2º Ensaio

As correções a fazer foram:

- Eliminar marcas de arrastamento nas faces laterais visíveis;

Implementação do Produto

- Melhorar o polimento das faces visíveis.

3ºEnsaio



Figura 42 - Centro Campainha 3º Ensaio

As correções e alterações a fazer foram:

- Melhorar o polimento das faces visíveis;
- Alterar a zona das garras. Adicionar plástico para eliminar a folga no sentido vertical quando montado no Aro Caixa 1M;
- Adicionar barras finas nas laterais para eliminar folgas quando montado no Aro Caixa 1M.

4.2.4. Miolo de Campainha 1M

À semelhança das restantes peças, o Miolo de Campainha também não foi aprovado na primeira amostra. O processo de correção é idêntico ao das peças injetadas na EFAPEL, o fornecedor enviou amostras consoante as alterações e correções que lhe eram pedidas.

Na tabela 5 é possível analisar o número de amostras e as datas em que foram recebidas.

Tabela 5 - Seguimento das amostras recebidas do Miolo de Campanha 1M

N.º do ensaio	Data de Receção de Amostras	Data da Verificação do Componente	Aprovado (A) / Ñ Aprovado (N)	Imputado ao Dep. Projeto (P)	Aprovada (A) / Ñ Aprovada (N)	Obs.	Componente	Ferramenta	Processo
1	2016/09/01	2016/09/08	N						
2	2016/12/22	2017/01/11	N						
3	2017/07/11	2017/07/21	N						

1ª Amostra

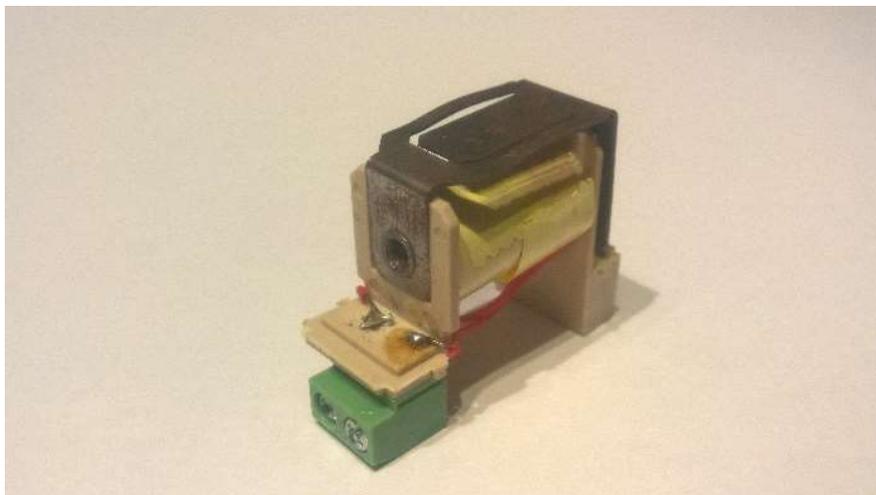


Figura 43 - Miolo de Campanha 1ª Amostra

As correções a fazer foram:

- Galvanizar os componentes de ferro, nomeadamente chapa e veio;
- Corrigir posição das garras pois encontram-se fora de cota (erro do fornecedor);
- Adicionar PCB à montagem;
- Criar parede que faz de batente ao ligador de acordo com o desenho 2D (erro do fornecedor);
- Corrigir posição do ligador, encontra-se numa posição invertida ao que está no desenho 2D, devia estar à esquerda e meteram à direita;
- Comprar o terminal de ligação a uma empresa da Europa pois o ligador da amostra não apresenta boa performance.

Implementação do Produto

2ª Amostra



Figura 44 - Miolo de Campainha 2ª Amostra

As correções a fazer foram:

- Eliminar folga da chapa, ajustando o processo de rebitagem do veio;
- Corrigir cotas do PCB para as pedidas no desenho 2D, pois como está interfere na montagem no Aro Caixa 1M;
- Comprar o terminal de ligação a uma empresa da Europa pois o ligador da amostra não apresenta boa performance.

3ª Amostra

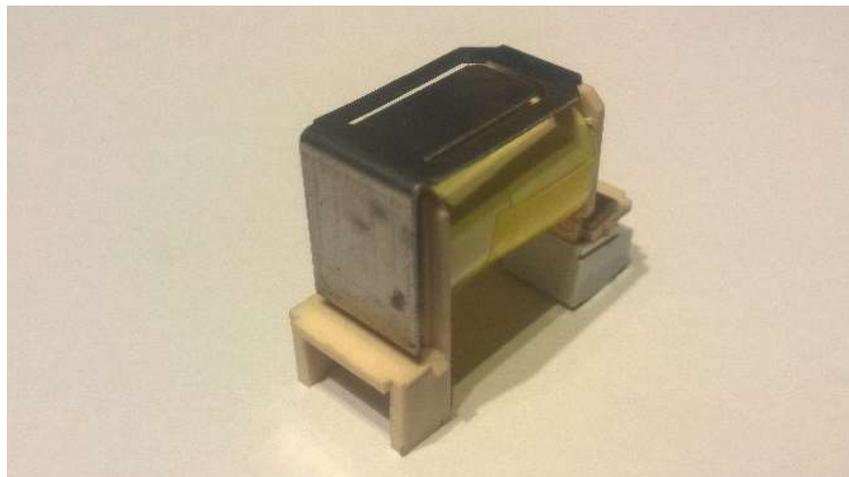


Figura 45 - Miolo de Campainha 3ª Amostra

As correções a fazer foram:

- Diminuir quantidade de fita-cola à volta do enrolamento, pois a amostra apresenta um diâmetro que excede a tolerância de desenho 2D e interfere na montagem no Aro Caixa 1M;

- Corrigir posição do terminal de ligação.

4.3. Aprovação do produto

Feitas todas as correções e todas as alterações reúne-se com o diretor do departamento de projeto e analisa-se a peça, tanto a nível individual como em conjunto, analisando a sua interação com as restantes peças que constituem o produto.

No caso de não haver contraindicações as peças são aprovadas, aprovação essa que desencadeia uma série de ações, tais como o fornecimento de uma amostra padrão ao departamento de qualidade, para que seja feita periodicamente uma comparação das futuras peças de produção com as amostras padrão. É uma maneira de garantir que as peças produzidas para venda ao público daí em diante se manterão iguais às que foram aprovadas pelo projeto.

As figuras 46, 47, 49 e 50, representam um exemplar de cada componente, funcionando como amostra padrão para todos os componentes produzidos no futuro.

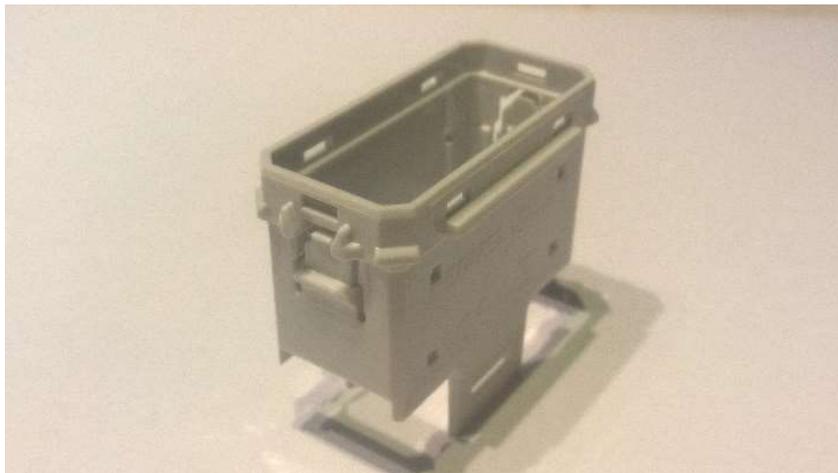


Figura 46 – Amostra Padrão do Aro Caixa 1M



Figura 47 - Amostra Padrão da Tampa de Aro Caixa 1M

Implementação do Produto

O Centro Campainha foi aprovado no quarto ensaio, no entanto, sofreu alterações alguns meses depois. Na figura 48 pode ver-se a amostra padrão do quarto ensaio.



Figura 48 – Amostra Padrão do Centro de Campainha 1M (4º Ensaio)

Após a primeira aprovação do Centro Campainha detetou-se que havia necessidade de eliminar a folga que existia no Centro quando montado no Aro Caixa. Neste caso foi solicitado o serviço ao Responsável pela Manutenção de Precisão, que efetuou a alteração ao molde, alteração que consistiu em criar relevos nas paredes laterais interiores para eliminar a folga existente. Após a conclusão da alteração foi montado e ensaiado o molde, contando assim como o quinto ensaio. A amostra padrão anterior foi substituída pela da figura 49.

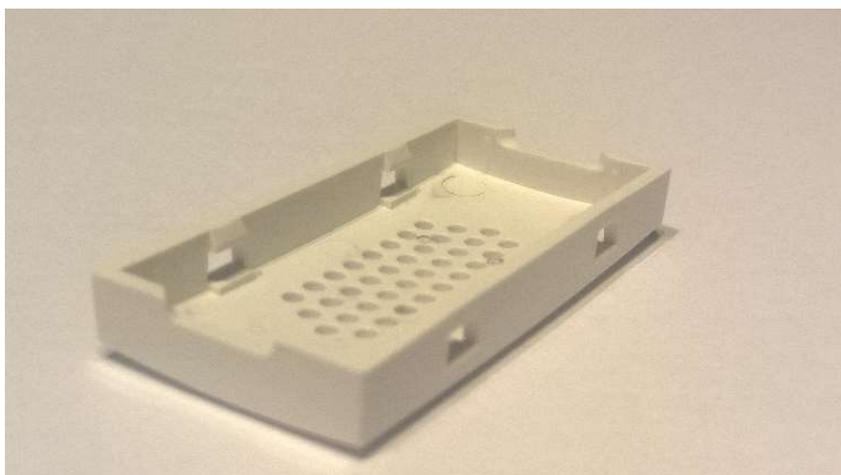


Figura 49 - Amostra Padrão do Centro Campainha 1M



Figura 50 – Amostra Padrão do Miolo de Campainha 1M

4.4. Aprovação da pré-série

Após aprovação dos componentes é altura de testar o processo que leva ao produto final, isto é, procede-se à montagem e embalagem da campainha.

À data da realização deste documento ainda não estavam reunidas as condições para efetuar a pré-série uma vez que a campainha tinha ido para o IEP efetuar testes normativos. Só se procede ao pedido de pré-série se a campainha passar nos testes que demorarão entre 3 a 4 meses.

No entanto o procedimento normal numa pré-série é emitir uma ordem de produção em que são feitas algumas dezenas de unidades do produto final, com o objetivo de identificar possíveis problemas na produção em série.

É feito um stock inicial das peças injetadas e na data de pré-série reúnem-se os diretores da produção e do processo, juntamente com o responsável do projeto, para assistir à montagem do produto final.

As embalagens devem estar bem identificadas, por meio de etiquetas com imagem e código do produto.

O local de armazenamento já terá sido definido na RVST de embalagem.

Apesar destes aspetos serem considerados pelo projetista desde o início do desenvolvimento do produto, existe sempre a possibilidade de se ter que retificar algum detalhe.

Uma vez aprovada a pré-série, estão reunidas todas as condições para a produção em série. Ficando o molde, a equipa de produção, a equipa de armazenamento, os transportadores e os distribuidores a aguardar a necessidade do mercado.

5. CONCLUSÃO

Refiro que a definição do produto não apresentou grandes obstáculos atendendo ao facto de ser um produto que já existia no mercado, representado por outras marcas como a Legrand e a Bticino, no entanto foi necessário adequá-lo ao processo interno, e também à gama na qual se deveria inserir.

Dos obstáculos sentidos, realçam-se a dificuldade em encontrar fornecedores para o miolo de campainha, pois é um componente meticuloso, com bastante tendência para gerar produtos rejeitados pelo comprador. Bem como os sucessivos atrasos dos fornecedores dos moldes, quer no tempo de fabrico dos moldes, quer no tempo de alteração/correção dos moldes.

Tendo em conta que os atrasos dos fornecedores externos se refletem no prazo final, adiando-o se necessário, pode considerar-se que o objetivo foi alcançado, cumprindo as tarefas de responsabilidade interna dentro dos prazos estipulados.

6. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS E/OU ALTERAÇÕES AO PRODUTO

Algumas das possíveis melhorias à campanha poderão ser:

- Aumentar o som emitido em funcionamento;
- Desenvolver novos produtos que utilizem os mesmos componentes de maneira a ganhar economia de escala;
- Procurar novas matérias-primas que cumpram os mesmos requisitos, mas a um preço mais baixo;
- Procurar diferentes formas de embalagem, que proporcionem a mesma segurança, mas que diminuam a probabilidade de aparecimento de riscos nos centros, uma vez que o cartão é abrasivo e não é o material mais indicado para transportar produtos frágeis e com valor estético para o comprador.

7. BIBLIOGRAFIA

EFAPEL (2017). <http://www.efapel.pt/gca/?id=24&menu=2>. Empresa Fabril de Produtos Elétricos (página internet oficial), Coimbra.

EFAPEL (2017). <http://www.efapel.pt/gca/?id=45&menu=2>. Empresa Fabril de Produtos Elétricos (página internet oficial), Coimbra.

WIKIPÉDIA (2017). <https://pt.wikipedia.org/wiki/Benchmarking>. Wikipédia (página internet oficial).

ISOLAPLAST(2017).http://www.isolaplast.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=136. Isolaplast plásticos (página internet oficial), Brasil.

TSP (2017). <http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/asa.asp>. Tudo sobre plásticos (página internet), Brasil.

Ferreira, P. (2014). *Tecnologias de Fabrico – Prototipagem Rápida*. Slides de apoio à unidade curricular de Tecnologias de Fabrico, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.

8. ANEXOS
