

**Desenvolvimento de Soluções para Acionamento Eletrónico de
Fechaduras “Keyless”: RFID, Keypad e Biométrico**

**INEGI
Marques, SA**

Ricardo Lopes de Brito Seara Cardoso

Relatório de Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Orientador na Empresa: Eng^a Carla Afonso

Orientador na FEUP: Prof^a Doutora Ana Rosanete Reis



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Fevereiro de 2014

Aos meus pais, irmãos e amigos

Resumo

Este relatório resulta da dissertação para conclusão do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O trabalho realizado inseriu-se num projeto proposto pela empresa Marques, SA ao INEGI. O objetivo principal do projeto foi o desenvolvimento de uma solução para fechaduras eletromecânicas com 3 tipos de autenticação: Keypad, RFID e biométrico.

A fechadura desenvolvida baseou-se num conceito modular que permitiu a montagem de 3 tipos de autenticação, alterando o mínimo de componentes possível. Importante ainda foi garantir a que o produto seria o mais *standard* possível, permitindo a sua aplicação numa gama alargada de portas, função da sua espessura, que é variável.

O trabalho iniciou-se com uma avaliação das tecnologias de interface, benchmarking e levantamento e análise de normas e patentes. Foram avaliados produtos da concorrência, definidas as especificações do produto e criados conceitos dos módulos de acionamento, estrutura base e interface visual. Procedeu-se ao desenho de detalhe da solução final, incluindo as definições necessárias à montagem e ao fabrico. Produziram-se os protótipos destes módulos que foram avaliados e testados, ao nível da montagem, impacto visual e funcionalidade. Esta etapa conduziu a um conjunto de melhorias que foram implementadas.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto, fechadura, interface, geração de conceitos, protótipos, MARQUES, SA

Abstract

This report results from the dissertation to complete the course of Master Integrated in Mechanical Engineering by the Faculty of Engineering, University of Porto. The project was submitted by the Marques, SA company to INEGI. The main goal was to develop a solution to an electronic door lock with keyless entry and 3 types of authentication: Keypad, RFID and biometric.

The lock to be developed should be based on a modular solution which enables mounting the three types of authentication, while changing the minimum components as possible. Also important was to insure the fitment to the largest number possible of doors, as the thickness is variable.

The work began with a review of the authentication technologies, benchmarking and analysis of standards and patents. The main competition on the market was analysed, the product specifications defined and concepts of mechanical module, basic structure and visual interface were created. The design detail of the final solution was also made, aiming at the manufacture of prototypes and respective tests.

Keywords: product development, lock, interface, concept generation, prototypes, MARQUES, SA

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora Professora Doutora Ana Reis a oportunidade concedida de fazer parte deste projeto e de toda a disponibilidade e assistência ao longo do trabalho.

Agradeço à minha orientadora Eng^a Carla Afonso da Marques, SA toda a disponibilidade e apoio ao longo de todo o projeto.

Agradeço aos funcionários da Marques, SA por me terem recebido da melhor forma nas instalações da empresa e pela disponibilidade prestada ao longo de todo projeto.

Agradeço a todos os colaboradores do INEGI, em especial à unidade do CETECOP, pelo bom ambiente, companheirismo e apoio prestado. Uma nota especial para o Diogo Fula, agradecendo-lhe toda a sua amizade e boa disposição desde o primeiro dia.

Aos meus pais, pela oportunidade dada em frequentar este curso, apoio incondicional durante todos estes anos e educação recebida, estou eternamente agradecido.

À família e amigos, um agradecimento especial pela motivação ao longo de todo o percurso académico.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Contexto – Projeto E-Lock.....	1
1.2	Entidades Envolvidas	1
1.2.1	A Marques	1
1.2.2	O INEGI.....	2
1.3	Estrutura.....	2
2	Estado da Arte.....	3
2.1	Introdução.....	3
2.2	Tecnologias interface com o utilizador	4
2.2.1	Keypad.....	4
2.2.2	RFID	7
2.2.3	Reconhecimento Biométrico.....	12
2.3	Produtos Concorrenciais	18
2.4	Balanço das características associadas a cada tecnologia.....	22
2.5	Tendências de mercado	26
2.6	Patentes.....	31
2.7	Normas	32
3	Desenvolvimento.....	33
3.1	Considerações de normas.....	33
3.2	Análise detalhada de produtos da concorrência.....	34
3.3	Especificações de produto.....	35
3.4	Diagramas de estados	36
3.5	Arquitetura base.....	39
3.6	Módulo de interface com o utilizador	40
3.6.1	Estudo de mercado dos componentes teclado.....	40
3.6.2	Estudo de mercado dos componentes RFID	41
3.6.3	Estudo de mercado dos componentes de reconhecimento da impressão digital	42
3.7	Módulo de alimentação	45
3.8	Módulo de Controlo/Processamento	49
3.8.1	Estudo de mercado e módulos OEM com microcontroladores.....	49
3.9	Modulo de acionamento.....	50
3.9.1	Escolha do modo de acionamento.....	50
3.9.2	Estudo de mercado e módulos OEM para motores.....	52
3.9.3	Geração de conceitos	53
3.10	Modulo estrutural.....	65
3.10.1	Geração de conceitos	65
3.11	Modulo de interface visual	67
4	Conceitos de montagem e fabrico.....	77
4.1	Montagem dos componentes.....	77
4.1.1	PCB e a placa de programação.....	77
4.1.2	Tampas.....	79
4.1.3	Teclado	80
4.1.4	RFID	81
4.1.5	Biométrico.....	82
4.2	Módulo de acionamento.....	83
4.3	Montagens	84
4.4	Considerações de fabrico.....	86
4.5	Lista de peças do conjunto	89
4.5.1	Espelho interior	89
4.5.2	Espelho exterior	90
5	Protótipos e testes.....	95

6	Conclusões e evolução do projeto.....	99
7	Referências	101
8	Índice de figuras.....	105
9	Índice de tabelas	109
10	Anexos.....	111
	Anexo A.....	113
	Anexo B.....	121
	Anexo C.....	129
	Anexo D	133

1 Introdução

1.1 Contexto – Projeto E-Lock

O projeto âmbito desta tese, enquadra-se na modalidade de investigação industrial e desenvolvimento experimental, conducentes à criação de um novo produto, em particular de uma fechadura eletrónica modular.

O projeto E-Lock foi proposto pela empresa Marques, SA que contactou o INEGI no sentido de desenvolver uma solução para uma fechadura eletromecânica, com 3 tipos de interface (keypad, RFID e biométrico), com o objetivo de se posicionar no mercado do controlo de passagens, criando concorrência a nível nacional tendo também a exportação como objetivo. Para colocar a empresa numa posição forte do mercado, o objetivo foi o de desenvolver uma solução modular que permitisse a montagem de 3 tipos de autenticação, alterando o mínimo de componentes possível. Importante foi também garantir a compatibilidade produto com o maior número possível de portas, nomeadamente em função da sua espessura, que é variável.

1.2 Entidades Envolvidas

1.2.1 A Marques

A empresa Marques, SA desenvolve a sua atividade no fabrico de fechaduras e de soluções de segurança para portas como fechaduras, cilindros, fechos de acesso e segurança incluindo sistemas de mestragem para portas, tendo produtos certificados por entidades externas, designadamente: CNPP (França); AFNOR (França) e MPA-NRW Dortmund (Alemanha).

A Marques, situada na cidade de Águeda, na região litoral centro de Portugal, integra o Grupo MR SGPS desde o ano de 2004 onde existe uma política de promoção sustentada da indústria metalúrgica e metalomecânica ao mais alto nível.

Com mais de 40 anos de experiência, cerca de 80% de produção destina-se ao mercado externo, destacando-se os mercados da Europa, EUA, Rússia, Médio Oriente e América Latina, fruto da constante evolução tecnológica e de uma cuidada política comercial, sustentada pela qualidade e inovação dos seus produtos com marca própria.

Respondendo às constantes solicitações do mercado, cada vez mais direcionadas para elevados padrões de qualidade, a Marques implementou já o Sistema de Garantia da Qualidade, recebendo em 2002 a certificação NP EN ISO 9001. No ano de 2007 iniciou a aplicação do sistema LEAN PRODUCTION no seu sector Produtivo. Com a adoção deste sistema conseguiu otimizar a sua cadeia de valor como um todo, eliminando as atividades sem valor acrescentado, a reduzir o lead time, a otimizar os processos produtivos e a melhorar o serviço ao cliente.

A estratégia da Marques passa sobretudo pela aposta em projetos de I&DT que lhe permitam reforçar a capacidade competitiva como empresa exportadora.

1.2.2 O INEGI

O INEGI (Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial) nasceu em 1986 pelo Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (DEMEGI) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, servindo como ponte de ligação entre a Universidade e a Indústria. Como uma Associação sem Fins Lucrativos e com o estatuto de Utilidade Pública o INEGI assume-se como um agente no desenvolvimento do tecido Industrial Português e na transformação do modelo competitivo da indústria nacional.

1.3 Estrutura

O relatório encontra-se dividido por capítulos organizados pela ordem das tarefas realizadas ao longo do projeto.

O **segundo capítulo** descreve o estado da arte das tecnologias de autenticação do utilizador, keypad, RFID e biométrico, que serão adotadas neste projeto. São descritas as suas características, documenta-se os principais produtos concorrenciais, tendências de mercado e é feita uma análise de patentes e normas aplicáveis.

O **terceiro capítulo** começa por definir os requisitos, modos de funcionamento e arquitetura base do produto. Foi feita uma pesquisa de componentes para integrar nos vários módulos da fechadura. Depois iniciou-se o processo de geração de conceitos para os módulos de acionamento, modulo estrutural e visual, que compõem a fechadura. Finalmente foi feita a avaliação e seleção dos conceitos ganhadores.

No **quarto capítulo** são revistos todos os componentes da solução tendo em conta considerações de montagem e fabrico. São identificadas melhorias e feitas as alterações finais.

No **quinto capítulo** encontra-se descrito o processo de obtenção dos protótipos e os testes realizados.

2 Estado da Arte

2.1 Introdução

Uma fechadura é uma parte integrante da porta que, possuindo ou não um canhão para chave, faz com que esta possa ser aberta e fechada a partir de um ou dois puxadores, consoante a sua aplicação. O tipo de fechadura mais comum é a mecânica, em que é apenas o movimento de rotação do puxador que permite a abertura da porta, a partir do recuo do trinco. Estas podem ter espaço para um canhão, onde será inserida a chave que atua na língua, podendo também consoante o tipo de fechaduras, abrir o trinco, Figura 1.

Hoje em dia surgem cada vez mais soluções chamadas de eletromecânicas, que apenas permitem passagem sob certas condições, seja por uma validação da parte do utilizador, seja por um horário pré-definido, entre outras hipóteses.

Focando apenas as soluções que atuam na porta, descartando as de parede, estas dividem-se em dois tipos, consoante o seu tipo de montagem. Em certos casos o mecanismo que permite que a porta seja aberta após uma validação positiva encontra-se na própria fechadura, sendo o sistema já incluído de raiz na porta, são os chamados sistemas integrados. Outros casos, mais comuns para as soluções de porta, são os chamados *retrofit*, que permitem transformar uma fechadura com acionamento mecânico numa eletromecânica a partir da montagem de um mecanismo presente nos espelhos dos puxadores. Na maior parte dos casos a parte elétrica está presente na alteração da ligação entre o puxador e a quadra, podendo deixar o puxador livre ou bloqueado, até que seja feito algum tipo de validação.

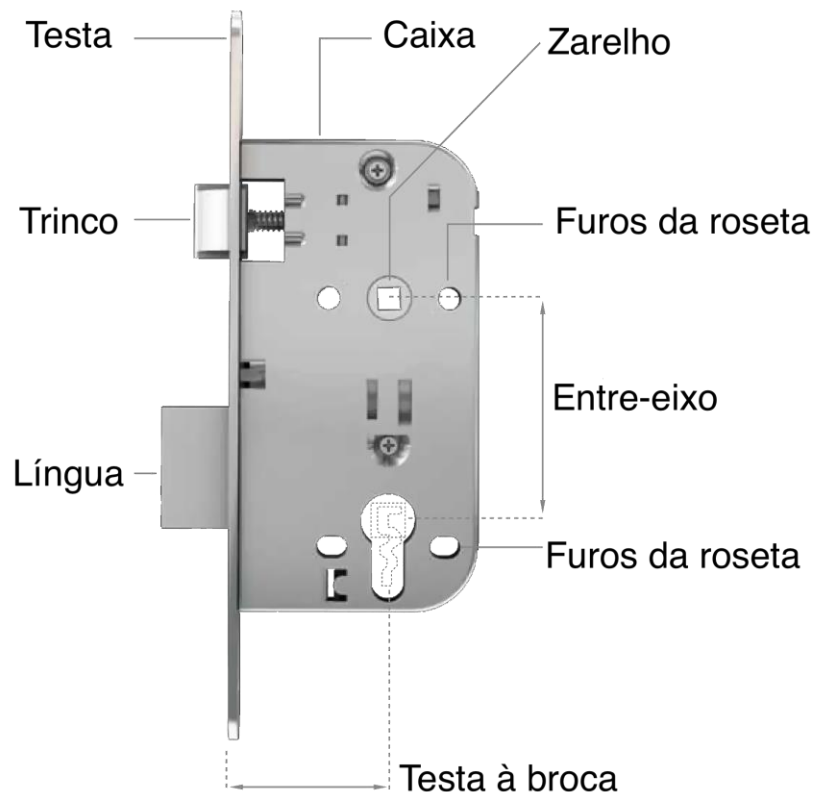


Figura 1 - Principais componentes da fechadura

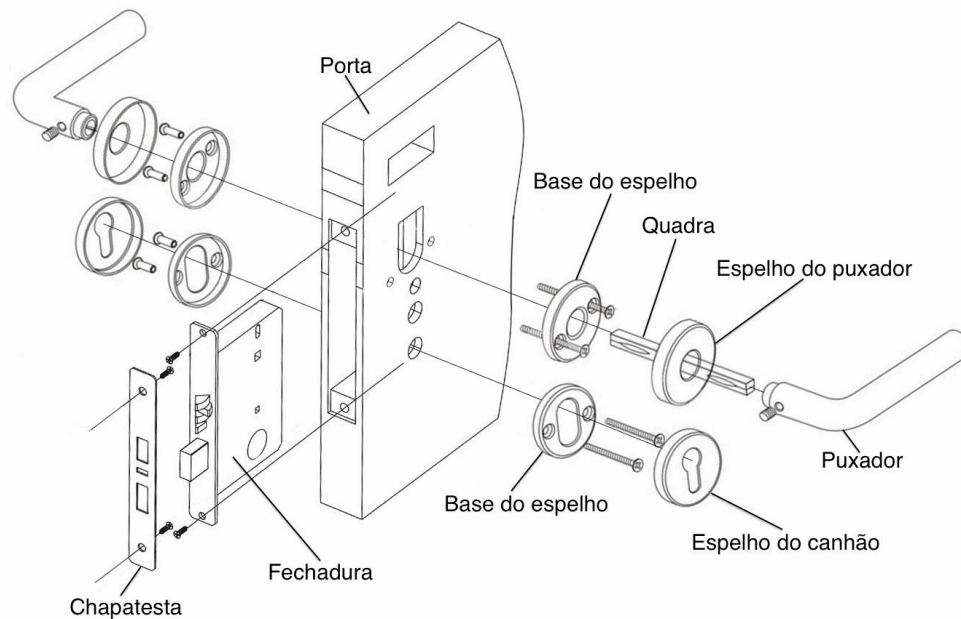


Figura 2 - Componentes exteriores à fechadura

As fechaduras eletromecânicas podem ainda dividir-se quanto ao tipo de controlo, local ou em rede. As que estão colocadas em sistemas em rede, comunicam com uma central, que faz a gestão de acessos. As chamadas *standalone*, que como o nome indica funcionam isoladamente, a partir de baterias próprias e a programação é feita localmente.

O projeto proposto pela Marques, SA previa o desenvolvimento de uma fechadura eletrónica que permita a escolha entre 3 métodos de autenticação (RFID, Biométrico e *Keypad*), que permitisse o *retrofit* e fosse *standalone*, utilizando baterias próprias e programação feita localmente. Desta forma foi feita uma pesquisa do mercado, ao nível das tecnologias de interface com o utilizador, tendências ao nível deste tipo de produto e ainda patentes e normas aplicáveis.

2.2 Tecnologias interface com o utilizador

2.2.1 Keypad

A tecnologia *Keypad* conjuga a funcionalidade e simplicidade de um teclado alfanumérico ao conceito de “*password*” (chave de acesso). A “*password*” consiste num código numérico ou alfanumérico, dependendo da complexidade do próprio teclado e que será introduzido pelo utilizador através das teclas que o constituem. Os tipos de teclados enquadram-se nos tipos identificados na seguinte figura.

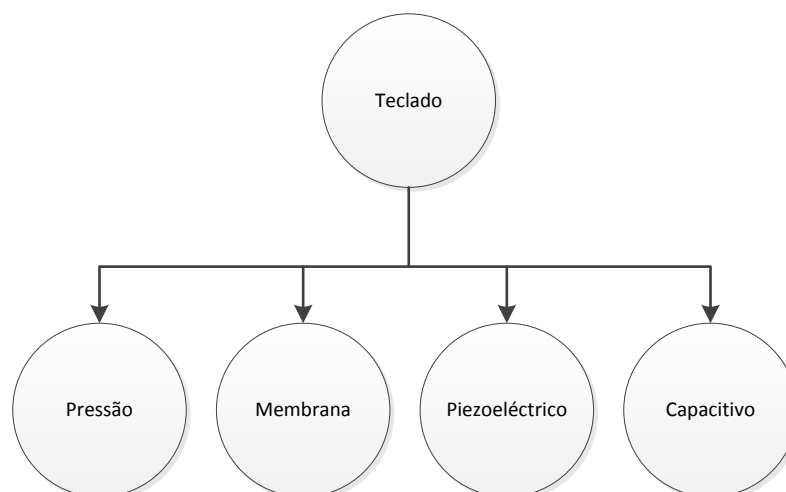


Figura 3 - Tipos de teclados

Teclado de pressão

O teclado de pressão, também chamado de teclado de contacto seco, consiste num plano com teclas que são partes móveis, construído com botões de pressão que se movem constituindo assim o tipo de teclado que transmite maior retorno táctil.



Figura 4 - Exemplo de um teclado de pressão

O facto de transmitir um grande retorno táctil torna-o uma excelente opção para utilizadores com deficiências visuais. Uma desvantagem do teclado de pressão é o facto de ser pouco resistente à entrada de líquidos e poeiras, o que o torna de difícil limpeza e manutenção.

Teclado de membrana

O teclado de membrana caracteriza-se por não possuir partes móveis, as teclas encontram-se separadas umas das outras por camadas de material, como é possível ver na Figura 5. Este tipo de teclado possui apenas os contornos e os símbolos impressos numa superfície plana de material flexível, sendo normalmente fabricados em poliéster ou policarbonato. Conforme o tipo de material, em alguns casos é necessário imprimir tinta condutora na superfície inferior do painel frontal ou do circuito superior, de forma a definir as áreas das teclas. Um separador (película isolante) é colocado entre o painel frontal ou

circuito superior e o circuito inferior para que não exista contacto entre os condutores. Tal como se pode ver na Figura 5 (à direita), quando uma tecla é pressionada, o condutor superior entra em contacto com o condutor inferior fechando o circuito e desta forma é acionada a tecla.

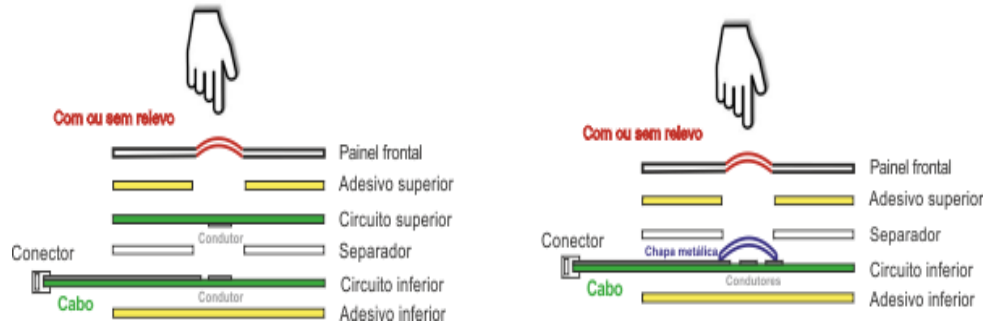


Figura 5 - Funcionamento dos teclados de membrana [1].

Este tipo de teclado oferece uma grande flexibilidade no que diz respeito às possibilidades de *design*, uma vez que formas, cores e disposições fora do vulgar são obtidas de uma forma relativamente fácil. Ao contrário dos outros tipos de teclado, no teclado de membrana é transmitido muito pouco ou até mesmo nenhum retorno tátil, o que é visto como uma desvantagem em muitas aplicações, principalmente em locais onde grande parte do público-alvo são pessoas com deficiência visual. As suas vantagens são a sua fácil limpeza e manutenção e o facto de apresentar um custo bastante reduzido quando produzido em grandes quantidades.

Teclado piezoelétrico

O teclado piezoelétrico não tem grandes limitações na sua construção, sendo que se pode utilizar vários tipos de material. O painel frontal de um teclado piezoelétrico pode ser feito em aço inox, vidro, mármore, entre outros e debaixo deste são colocados os materiais de leitura nas áreas onde se pretende obter as teclas. Os materiais piezoelétricos geram um sinal elétrico quando pressionados, sendo que em muitos casos é colocada uma base na parte inferior do teclado de forma a dar consistência ao mesmo e oferecer o ponto de resistência mecânica necessária ao correto funcionamento do conjunto.



Figura 6 - Figura-exemplo do funcionamento de um teclado piezoelétrico [1]

Este tipo de teclado tem como principais vantagens a sua grande imunidade relativamente à interferência eletromagnética (EMI) e muito baixo desgaste mecânico, o

que o torna uma melhor opção em relação aos teclados de pressão. A desvantagem destes teclados é a falta de retorno ou feedback táctil, sendo que nesta situação é muitas vezes necessária a introdução de LED’s ou indicadores sonoros que forneçam ao utilizador informação complementar que permita colmatar a ausência do esperado feedback táctil.

Teclado Capacitivo

Os sensores capacitivos e o sistema eletrónico são incorporados numa placa de circuito impresso (PCB, com material condutor, normalmente cobre), onde a posição dos sensores irá representar a posição das teclas. O teclado capacitivo funciona com a variação da capacidade do sensor correspondente a uma dada tecla, tal como se verifica na figura seguinte.

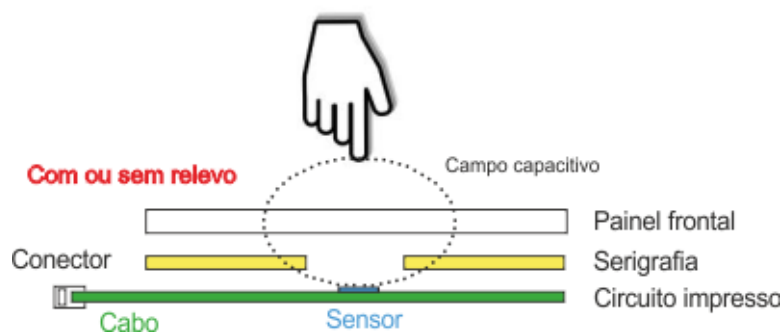


Figura 7 - Funcionamento dos teclados do tipo capacitivo [1]

Os teclados capacitivos dispõem de um diverso leque de interfaces adequadas ao utilizador, sendo a aplicação preferida quando o objetivo é criatividade na interface. O funcionamento do teclado é explicado em analogia com o funcionamento de um condensador (capacidade de armazenar carga eléctrica), em que campo eléctrico dos sensores capacitivos penetra nos diferentes materiais, preferencialmente com características isolantes e que se comportam como dieléctrico do conjunto. Estes podem ter diferentes níveis de espessura, no entanto esta ultima refletir-se-á invariavelmente na sensibilidade e consequente velocidade de deteção.

2.2.2 RFID

A tecnologia de RFID (do inglês *Radio Frequency Identification* – identificação por radiofrequência) não é mais do que um termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para capturar dados sobre um produto, de forma rápida e totalmente automática. Existem diversos métodos de identificação, mas o mais comum consiste num número de série ou outra informação, que é armazenada num *microchip* que se encontra embebido no interior de um cartão ou outro objeto normalmente designado por *TAG* (*etiqueta eletrónica*). Estas etiquetas quando se encontram no raio de ação de um leitor emitem sinais de radiofrequência para estes que por sua vez captam e validam a informação.

Um sistema RFID é composto pelo leitor, pela sua antena e pelos identificadores (*Transponders*) ou TAGs que armazenam os dados de identificação, Figura 8.

De uma forma genérica o leitor transmite um sinal de rádio frequência de baixa potência através da sua antena, que por sua vez ao ser recebido na TAG é utilizado para fornecer a energia necessária ao *microchip* da mesma.

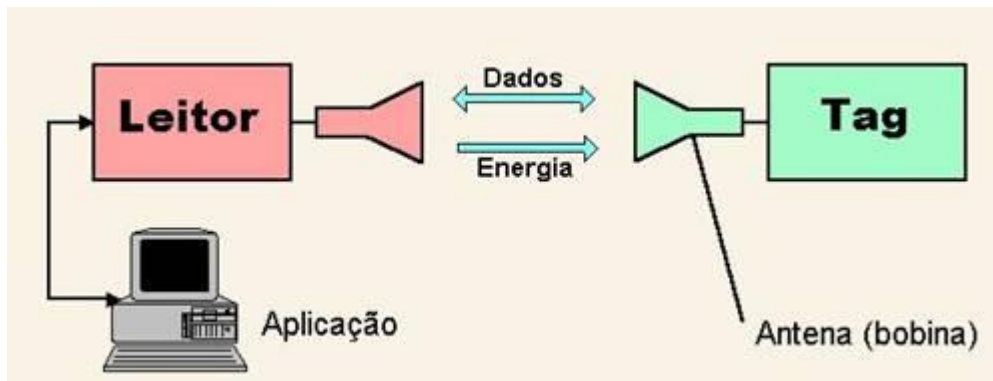


Figura 8 - Princípio de funcionamento de um sistema de reconhecimento RFID passivo.

Leitor

O leitor é o meio que ativa a *Tag* para trocar ou enviar informações com esse dispositivo, através de sinais rádio. Os leitores são fabricados em diversos tamanhos e possuem formatos e características diferentes, para cada tipo de aplicação. Existem no mercado leitores *standalone* com interfaces de comunicação que permitem enviar os dados recebidos para um sistema ou plataforma adicional (um computador por exemplo), que tem a função de identificar os códigos recolhidos pelo módulo leitor. Na Figura 9 apresenta-se um módulo OEM com interface de comunicação para integração com um sistema de processamento externo.

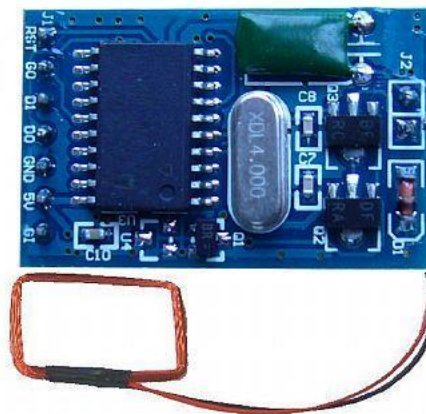


Figura 9 – Módulo OEM de leitor RFID.

Tag

A *Tag* é o dispositivo que armazena os dados de identificação para o sistema RFID. É apresentada geralmente em três variantes: passiva, ativa ou semi-ativa. As *Tags* passivas não necessitam de nenhuma fonte de energia e apenas se encontram ativas quando no raio de ação de um leitor, enquanto que as *Tags* semi-ativas e as ativas utilizam uma pequena bateria de onde extraem a energia necessária ao seu funcionamento. As *Tags* ativas, para

além do maior alcance, apresentam ainda vantagens relativamente à fiabilidade das comunicações. Nas *Tags* semi-ativas a bateria apenas fornece energia ao microchip da TAG, não participando no fornecimento de energia à antena pelo que não existem os incrementos de fiabilidade nas comunicações identificados para as *Tags* do tipo ativo.

De uma forma geral as *Tags* do tipo passivo são as mais económicas, mais difundidas e com a maior diversidade de oferta, formatos e campos de aplicação. No entanto a distância máxima de operação é mais reduzida e as comunicações são menos fiáveis.

As *Tags* ativas possuem uma alimentação própria por bateria e, como já foi referido, oferecem comunicações mais fiáveis e rápidas, com maior alcance, no entanto o seu tempo de vida é mais reduzido devido ao esgotar da carga na bateria.



Figura 10 - Tags Activas (à esquerda) e Tags Passivas (à direita).

A tabela seguinte compara as diferentes propriedades das etiquetas passivas, semi-passivas e ativas e dá exemplos de aplicações.

Tipo de Tag	Passiva	Semi-Passiva	Ativa
Fonte de alimentação	Energia transmitida pelo leitor	Bateria	Bateria
Comunicação	Só Resposta	Só Resposta	Resposta e início de processo
Alcance	Até 10 metros	Mais de 100 metros	Mais de 100 metros
Custo relativo	O mais barato	Custo mediano	O mais caro
Exemplos de aplicação	Cartões de autenticação.	Portagens eletrónicas Fiscalização de paletes.	Fiscalização e controlo de bagagens em aeroportos. Controlo a grandes distâncias

Tabela 1 - Comparação dos vários tipos de tags

Os princípios de funcionamento de um sistema RFID são variados, sendo que os mais importantes se explicam de seguida. São eles o acoplamento indutivo que permite um acoplamento *Tag*-Leitor entre 1cm e 100cm, e o acoplamento *backscatter* que permite efetuar o acoplamento entre *Tag* e Leitor a mais de 1 metro de distância.

Acoplamento Indutivo

O acoplamento indutivo consiste na transferência de energia do Leitor para o *Transponder* (*Tag*) através da indutância mútua entre os dois circuitos. Este tipo de acoplamento obriga à existência quer do lado do Leitor quer da *Tag*, de antenas (bobinas) para que ocorra o acoplamento indutivo entre as mesmas quando a *Tag* é inserida no campo magnético gerado pela antena do leitor.

Quando ocorre o acoplamento é induzida na *Tag* uma tensão que é retificada e utilizada para alimentar um *microchip*. Este contém o código ou dados a transmitir e ao provocar pequenas variações na carga imposta à antena da *Tag*, produz a modulação dos dados no campo magnético gerado pelo leitor, que por sua vez é capaz de detectar e recuperar esta informação. O acoplamento indutivo é utilizado nas frequências de operação mais baixas (125KHz e 13.56MHz) e para pequenas distâncias entre *Tag* e Leitor.

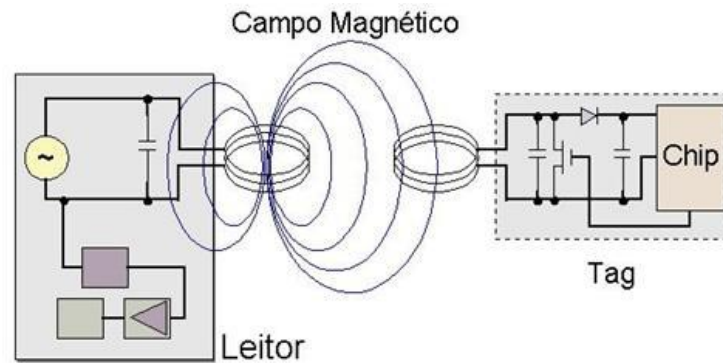


Figura 11 - Princípio de funcionamento do acoplamento indutivo de um sistema RFID

Acoplamento backscatter

O acoplamento por *backscatter*, ou retorno difuso, é utilizado por alguns tipos de *Tags* UHF e micro-ondas, servindo-se do mesmo princípio utilizado pela tecnologia de radares. Sabe-se que nos sistemas de radar as ondas eletromagnéticas são refletidas por objetos com dimensões superiores a metade do seu comprimento de onda, onde a eficiência com que um objeto reflete ondas eletromagnéticas é dependente da secção transversal de reflexão.

O acoplamento *backscatter* serve-se de uma particularidade muito interessante de alguns tipos de antena RFID, que se prende com a sua impedância fortemente reativa. Este tipo de antenas, quando estimuladas por uma onda eletromagnética, irradiam de volta à origem a mesma onda eletromagnética (reflexão) sem que para o efeito seja necessária a intervenção de qualquer sistema para além da própria antena. Assim a *Tag* codifica a sua mensagem (dados) sob a onda eletromagnética original modulando essa mesma onda.

Faixas de frequência

Existem diversos tipos de tecnologias RFID e que se distinguem pela gama de frequências em que operam, como se pode observar na figura seguinte.

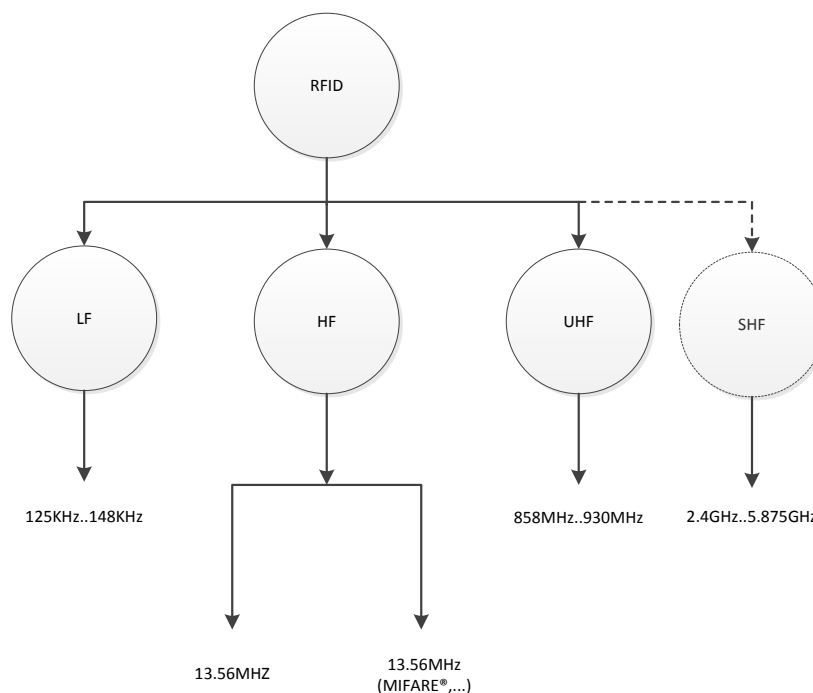


Figura 12 – Tipos de tecnologias RFID

Independentemente do processo ou tecnologia RFID utilizada, esta irradiará sempre ondas eletromagnéticas. Equipamentos que integrem a tecnologia RFID têm que ser classificados como sistemas de rádio, sendo que as funcionalidades dos outros sistemas de rádio não podem ser prejudicadas e/ou danificadas pelos sistemas RFID. O exposto anteriormente obriga à escolha de frequências de trabalho de valor apropriado, *standard*, para a operação de sistemas RFID. Existem gamas do espectro de radiofrequência especialmente reservadas para aplicações industriais, científicas, médicas e outros dispositivos de curto alcance. Estas são as frequências classificadas mundialmente como a gama de frequências de ISM (Industrial-Scientific-Medical), que podem também ser usadas para aplicações de RFID.

Assim sendo, os sistemas de RFID são classificados pela sua frequência de operação, sendo que as características da aplicação determinam e influenciam no momento de decisão da frequência de operação desejada bem como o tipo de sistema RFID a utilizar, por exemplo a maior ou menor distância de detecção da TAG é um dos fatores decisivos no processo de escolha.

Sistemas de Baixa Frequência (LF) – Operam com frequências até 125kHz, caracterizando-se pelas curtas distâncias de leitura e apresentando um baixo custo operacional. Estes são normalmente utilizados para rastreabilidade e identificação.

Sistemas de Alta Frequência (HF) – Operam com frequências de 13,56MHz, permitindo leitura em médias e longas distâncias, bem como a obtenção de leituras com velocidades mais elevadas quando comparadas com a dos sistemas LF.

Sistema de Muito Alta-Frequência (UHF) – Operam na gama de frequências entre 850MHz e 950MHz, no entanto é importante referir que esta gama de frequência não é

regulada de uma forma global pelo que cada região, Figura 13, impõe as suas restrições (ex. Na Europa 865-868MHz, [2])

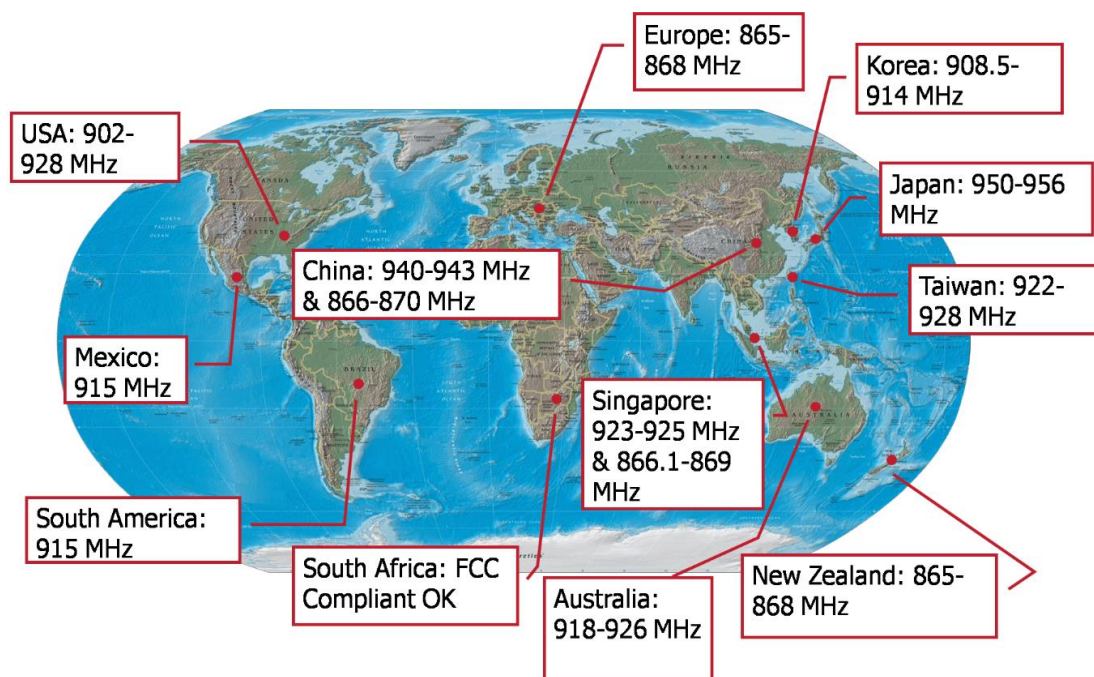


Figura 13 - Alocação da banda UHF a nível mundial para Tags que cumprem a norma ISO 18000-6C [3]

Estes sistemas que operam na banda UHF são utilizados para leitura em longas distâncias. São utilizados por exemplo em maratonas para detectar a passagem dos participantes em pórticos que se encontram ao longo do percurso especialmente preparados para o efeito, e encontram também outras aplicações ao nível da segurança, onde a distância e a privacidade constituem um problema para a identificação.

Sistemas de micro-ondas (SHF) – Apresentam frequências de operação até 5.875GHz, caracterizam-se pela detecção a longas distâncias e velocidades de comunicação elevadas. Encontram muita aplicação por exemplo nos sistemas de identificação de veículos em autoestrada, as conhecidas portagens automáticas, tais como a Via Verde.

2.2.3 Reconhecimento Biométrico

O reconhecimento biométrico dedica-se à identificação de indivíduos a partir da análise dos dados recolhidos das suas propriedades físicas e reconhecidamente diferenciadoras dos demais indivíduos. A biometria compreende o conjunto de tecnologias e técnicas de medição e análise das características do corpo humano, que quando aliadas a ferramentas de análise estatística e/ou matemática permitem a sua aplicação com taxas de sucesso muito elevadas em áreas de identificação, controlo de acessos e autenticação. Atualmente o reconhecimento biométrico é cada vez mais utilizado por grandes empresas, sistemas de segurança pública, instituições bancárias, em eletrónica de consumo, pontos de venda automática, entre outros.

Existem duas formas de identificação biométrica quanto ao tipo das características em análise: a Fisiológica, que avalia os dados físicos, como no caso das impressões digitais, e a

Comportamental. Dado que a forma de reconhecimento comportamental não se encontra no âmbito das fechaduras eletrônicas e-Lock, só será focada a forma de reconhecimento fisiológica e dentro desta, apesar de ser dado um panorama geral dos diversos tipos de biometria, será dado enfoque aos sistemas biométricos para análise de impressão digital.

Tipos de Análise Biométrica

Existem diversos tipos de biometria, nomeadamente o reconhecimento biométrico através:

- Geometria das veias;
- Impressão digital;
- Reconhecimento facial;
- Reconhecimento pela íris;
- Reconhecimento pela retina;
- Reconhecimento de voz;
- Geometria da mão;

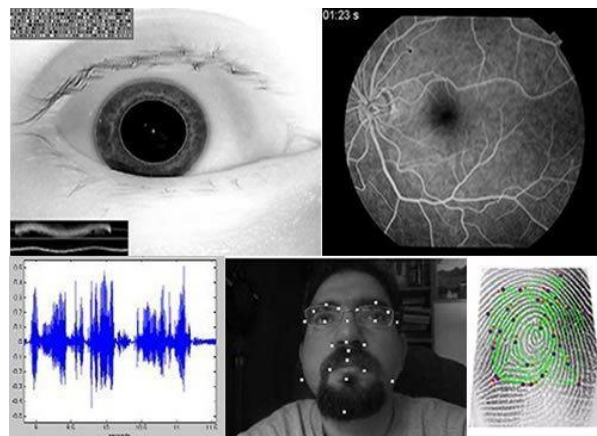


Figura 14 - Reconhecimento biométrico pela íris, retina, voz, facial e impressão digital

Cada método de reconhecimento biométrico tem vantagens e desvantagens, nomeadamente quanto ao tipo de aplicação a que se destinam e também aos erros de reconhecimento e conseqüente fiabilidade no reconhecimento. Outro aspeto a ser considerado é o grau de segurança que estes sistemas oferecem contra eventuais tentativas dos utilizadores para contornar e enganar o sistema de identificação biométrico.

Vantagens e desvantagens de cada método [4]:

Método	Vantagens	Desvantagens
Geometria das Veias	<ul style="list-style-type: none"> - método extremamente difícil de enganar/defraudar; - só produz resultados positivos em presença de uma análise a tecido vivo; - avanço no que concerne à proteção da privacidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - tecnologia ainda embrionária e com pouca implantação; - custo das soluções existentes no mercado.
Impressão digital	<ul style="list-style-type: none"> - método relativamente simples dada a sua crescente massificação; - encontram-se no mercado inúmeras soluções com custos acessíveis; - dados necessários requerem pouco espaço de armazenamento no sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - demasiados métodos e algoritmos de reconhecimento de impressões digitais; - quando funcionam de forma isolada sem recurso a outra tecnologia que permita dupla validação são vulneráveis a tentativas de acesso indevido.
Reconhecimento facial	<ul style="list-style-type: none"> - método rápido e tecnologia de baixo custo; - custo depende diretamente da sofisticação dos algoritmos e da qualidade do equipamento sensor; - processo de aquisição de dados não intrusivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - menor fiabilidade em comparação com a impressão digital; - processo de aquisição é mais difícil; - as condições de iluminação tem um papel determinante na eficácia do sistema.
Identificação da Íris	<ul style="list-style-type: none"> - muito fiável e seguro; - espaço para armazenamento de dados é muito reduzido; - o processo de aquisição de dados é rápido e pode ser realizado à distância. 	<ul style="list-style-type: none"> - tecnologia de custo elevado quando comparada com outras; - dificuldades de reconhecimento por exemplo com indivíduos que utilizam lentes de contacto.
Reconhecimento pela retina	<ul style="list-style-type: none"> - sistema muito fiável; - método que necessita pouco espaço de armazenamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - leitura difícil pois exige que a pessoa olhe fixamente para um ponto de luz; - considerado extremamente intrusivo e de difícil aceitação - apresenta um custo elevado e requer equipamento muito específico.
Reconhecimento de voz	<ul style="list-style-type: none"> - não necessita de interação física com o indivíduo; - falar é mais natural e intuitivo do que qualquer outro processo que envolva uma ação de escrita ou digitar um código; - o processo de reconhecimento pode ser efetuado por exemplo enquanto o utilizador se desloca normalmente no interior de uma divisão. 	<ul style="list-style-type: none"> - podem existir problemas com ruídos no ambiente ou problemas com a mudanças no tom de voz do utilizador devido a (ex: doença, stress etc); - processo que normalmente exige uma fase de treino do sistema às características da voz dos utilizadores.
Geometria da mão	<ul style="list-style-type: none"> - simples de utilizar e com um custo reduzido; - a geometria da mão é relativamente simples de adquirir; - menos intrusivas que o sistema de impressão digital e leitura da retina. 	<ul style="list-style-type: none"> - não é recomendada para identificação, principalmente em aplicações em que se requer segurança e com um elevado número de utilizadores; - deteção da geometria da mão em indivíduos em crescimento (crianças) é problemática; - quantidade de informação a armazenar é considerável.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de leitura biométrica

A tecnologia que irá ser abordada de seguida com maior detalhe será a de reconhecimento por impressão digital, tendo sido escolhida pela Marques para este projeto por ser a que melhor se enquadra no contexto das fechaduras eletrónicas.

Impressão digital

Desde o século passado que se sabe que a impressão digital de cada pessoa é única, dado que cada pessoa possui traços únicos nas cristas e vales de fricção da pele dos dedos, inclusive em casos de gémeos idênticos.

O reconhecimento por impressão digital foi um dos primeiros métodos de leitura biométrica e atualmente a oferta de sistemas é variada, Figura 15, sendo não só utilizados a nível das organizações, mas também encontra aplicações ao nível como os computadores portáteis.

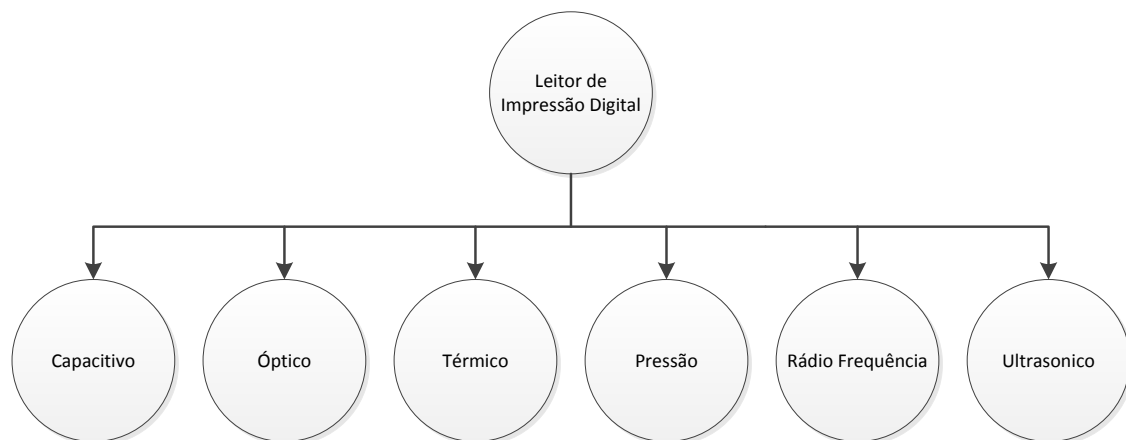


Figura 15 - Diferentes técnicas utilizadas para a leitura de impressões digitais.

Leitores com sensores capacitivos – Este tipo de leitores utilizam uma matriz de células capacitivas (condensadores) com uma resolução suficiente para recolher uma “imagem” dos padrões característicos da impressão digital do utilizador. A pele possui condutividade suficiente para criar um acoplamento com cada elemento capacitivo que constitui a matriz do sensor. As cristas da impressão digital que se encontram mais próximas da superfície do sensor vão apresentar uma maior “carga”, ao contrário dos vales que como estão mais afastados apresentarão uma “carga” menor. Alguns tipos de sensores capacitivos aplicam uma pequena tensão na superfície da pele e assim potenciam o efeito descrito anteriormente obtendo ganhos ao nível do contraste de imagem.

Leitores com sensores ópticos – Estes sensores utilizam uma matriz de foto díodos ou foto transístores que convertem a energia luminosa incidente numa carga elétrica correspondente. Este tipo de sensor biométrico é facilmente reconhecido porque normalmente utiliza uma fonte de luz para garantir uma iluminação da superfície do dedo em análise o mais uniforme possível.

Neste tipo de sensores, factores externos como por exemplo a iluminação externa agressora e a contaminação superficial dos componentes ópticos (óleo, sujidade, riscos nas lentes, condensação, entre outros) podem dificultar a leitura da impressão digital. Os sensores de impressões digitais não são imunes à utilização de impressões digitais falsas e neste tipo de

leitores existe uma dificuldade real de distinguir uma impressão digital verdadeira de, por exemplo, uma fotografia de uma impressão digital.

Leitores com sensores térmicos – Este tipo de sensores utilizam materiais que reagem às variações de temperatura. Neste caso as cristas da impressão digital que entram em contacto com a superfície do sensor provocam o aquecimento do mesmo, ao contrário dos vales que correspondem a zonas frias e desta forma é gerada uma imagem da impressão digital. Um dos grandes problemas deste método prende-se com a dinâmica da mudança de temperatura na superfície do sensor, que nestes casos significa que no intervalo de 100ms toda a superfície do sensor adquire a mesma temperatura, ou seja a temperatura da pele. O sensor possui apenas 100ms para capturar e analisar a imagem térmica e para além destes factores, este tipo de sensor sofre dos mesmos problemas de contaminação dos sensores ópticos. Caso a temperatura ambiente se encontre próxima da temperatura da pele é impossível a leitura da impressão digital uma vez que não existe diferencial térmico.

Leitores com sensores de pressão – Este tipo de sensor tem a vantagem de poder ser construído com uma espessura muito pequena, sendo que existem dois tipos de sensores. O tipo mais comum de sensor utiliza superfícies condutoras que variam a sua resistência em função da pressão a que estão submetidas, enquanto que recentemente tem surgido soluções que recorrem a elementos MEMS [5] que são mais fiáveis e duráveis.

Leitores com sensores RF – Este tipo de sensor aplica um sinal rádio de baixa potência à superfície do dedo do utilizador, que entretanto é detectado por uma matriz de micro antenas. A grande vantagem deste método prende-se com o facto da leitura se realizar não à superfície, mas sim a partir da derme, assim evitando os problemas de leitura resultante de lesões superficiais na pele ou pele seca.

Leitores com sensores ultra-sónicos – Este tipo de sensor possui a capacidade de realizar a leitura dos dados biométricos nas camadas interiores da pele, permitindo ainda determinar se está a analisar tecido vivo, sendo assim um sistema muito seguro contra tentativas de falsear a leitura. Esta tecnologia é ainda muito cara, lenta e de grande dimensão para a maior parte das aplicações de controlo de acessos.



Figura 16 - Alguns módulos OEM com dispositivos de reconhecimento da impressão digital [6], [7]

Leitura da Impressão Digital

Relativamente ao modo de leitura, existem dois modos predominantes, o modo estático e de varrimento. No primeiro o dedo é colocado sobre o sensor não se deslocando em relação a este durante o processo de aquisição. No modo de varrimento o utilizador arrasta a superfície do dedo sobre o elemento sensor, que por possuírem uma área ativa muito menor apresentam normalmente um custo mais reduzido.

No contexto da fechadura eletrónica e-Lock não será utilizado o modo de varrimento, nomeadamente por apresentar as seguintes desvantagens:

- Menos fiável, podem ocorrer distorções na leitura da imagem da impressão digital devido a uma execução deficiente do movimento de varrimento por parte do utilizador;
- O arrastamento do dedo sobre a superfície do sensor leva a um desgaste mais rápido do mesmo;
- Mais difícil de utilizar;

2.3 Produtos Concorrenciais

A recolha efetuada focou sobretudo produtos concorrenciais no mercado das fechaduras eletrónicas em versão *standalone*, descartando-se as soluções integradas em sistemas de rede, a informação recolhida sobre estes foi organizada por tecnologia de autenticação e é apresentada no anexo A a D ao presente relatório. De entre estes, foram selecionados os produtos considerados mais representativos de cada tecnologia, um modelo topo de gama e dois modelos mais populares, nomeadamente *keypad* – com teclado físico ou *touchscreen*, RFID, reconhecimento biométrico e combinações das mesmas, salientando-se ainda, para cada tipo de tipologia, a principal concorrência nacional. Numa primeira fase são discutidas as características técnicas mais relevantes das soluções encontradas. O posicionamento de cada tipologia de produtos neste mercado é discutido na secção seguinte.

De uma forma geral, independentemente da tecnologia de autenticação, os produtos que se encontram neste mercado apresentam soluções combinadas entre a autenticação eletrónica e uma chave manual de emergência. Esta aparece nas soluções indicadas para o mercado americano, onde o canhão está colocado na zona da quadra e não abaixo como nas europeias.

Principais soluções encontradas por tecnologia de autenticação

Keypad

Nas tabelas 3, 4 e 5 apresentam-se os resultados relativos aos produtos com interface por *keypad*, quer com teclado convencional, quer com *touchscreen*. Neste segmento, a portuguesa CIFIAL apresenta dois modelos com interface de botões, um integrado e um externo. Não foi encontrada concorrência nacional para *touchscreen*.

Este tipo de solução está preparado para ser integrado em portas com valores de espessura à volta de 45 mm. A autonomia energética destes produtos é tipicamente menor nas soluções com *touchscreen* (cerca de 1 ano face a 2-5 anos dos produtos com botões). Por outro lado, estas últimas disponibilizam um menor número de códigos (combinações de 3-6 números, podendo ir até 12 nas soluções mais atuais com *touchscreen*).

Caraterísticas	Schlage AD Series Lock	UCA Electronic Latch Lock	STANLEY EZ SERIES 9KZ
Imagem			
Dimensões	Ext: 240x87.5x33.5mm Int: 314.5x87.5x33.8mm	Ext: 152.5x66x38mm Int: 152.5x66x25.5mm	Ext: 203x32x27mm
Bateria	4xAA ou 8xAA	4xAA	4xAA
Duração bateria	até 2 anos (com 4xAA)	10mil operações	2 a 5 anos
Tamanho do código	?	?	3 a 6 dígitos
Chave de emergência	Sim	Sim	Sim
Espessuras de porta	45mm	35 a 45mm	45 a 57mm
Preço	437€	290€	375€

Tabela 3 – Principais soluções com tecnologia de reconhecimento por teclado físico.



Caraterísticas	Cifial DS100K	Cifial DS100KM
Imagem		
Dimensões	Ext:205x85x23mm Int:205x85x23mm	132.5x84.5x23
Bateria	5xAA	?
Duração bateria	até 3 anos	?
Chave de emergência	Não	n.a.
Espessuras de porta	30 a 60mm	n.a.
Preço	?	?

Tabela 4 - Concorrência nacional para teclado físico




Características	Samsung SHS-5230	Arrow V3 Touch Screen	Vachette i-Motion- RL1120
Imagem			
Dimensões	Ext: 318x80.3x75mm Int: 290x80.3x79mm	206x95x38mm	Ext: 160,2x64,6x19mm Int: 158x85x37.3mm
Bateria	8xAA	4xAA	4xAA
Duração bateria	3650 acessos - 10 meses	1 ano	1 ano (10 passagens por dia)
Tamanho do código	4 a 12 dígitos	4 a 12 dígitos	4 a 12 dígitos
Chave de emergência	Sim	Sim	Sim
Espessuras de porta	40 a 45mm	35 a 57mm	35 a 45mm
Preço	325€	280€	580€

Tabela 5 – Principais soluções com tecnologia de reconhecimento por contacto com touch screen.

RFID

As tabelas 6 e 7 apresentam as soluções mais representativas dos produtos concorrenciais com interface por RFID, segmento onde a CIFIAL também se posiciona como concorrente nacional, aparecendo também concorrência da parte da JNS.

O número de cartões (tags) permitido por diferentes produtos com tecnologia de autenticação RFID é muito distinto, podendo funcionar como fator de diferenciação. Os produtos com esta tecnologia podem aparecer associados a valores superiores da espessura de porta. Apresentam uma autonomia similar à encontrada em produtos com interface por *keypad* com *touch screen*.




Características	Salto XS4 corpo fino	Tesa Donna Proximity	Kaba Ilco 710-11
Imagem			
Dimensões	Ext: 282x40x35mm Int: 282x40x20mm	Ext: 297x78x35.5mm Int: 275x80x24mm	?
Bateria	3xAA	4xAA	4xAA
Duração bateria	2 a 3 anos	3 a 4 anos	2 a 3 anos
Memória de cartões	64mil	1500	350
Chave de emergência	Sim	Sim (opcional)	Sim
Espessuras de porta	30 a 115mm	35 a 110mm	?
Preço	257€	?	202€

Tabela 6 - Top 3 de produtos com reconhecimento por tecnologia RFID




Caraterísticas	Cifial EL50RF	Cifial EL200RF	JNF IN.27.100.A
Imagem			
Tipologia	RFID offline	RFID offline	RFID offline
Dimensões	239x78x17mm	Sensor: Ext (102x72x35mm) Int (110x64x20mm)	Sensor: Ext (286x48x33mm) Int (286x48x21mm)
Bateria	4xAA	4xAA	3xAAA
Duração bateria	acima de 20mil ciclos	acima de 20mil ciclos	40mil a 70mil ciclos
Chave de emergência	Sim	Não	Opcional
Espessuras de porta	40 a 55mm	40 a 55mm	35 a 60mm
Preço	?	?	195€

Tabela 7 - Top 3 da concorrência nacional no segmento de produtos com reconhecimento por tecnologia RFID

Biométrico

Alguns produtos do segmento com reconhecimento biométrico são apresentados na Tabela 8. Neste segmento, a empresa nacional GNS apresenta-se com um produto resultante da colaboração com a empresa NETPONTO. Apesar de não ser uma solução em rede, por ter a gestão de impressões gravada localmente (*standalone*), esta não é totalmente retrofit por não ter incluído um sistema mecânico nem alimentação própria.

O número de códigos permitido por todos os produtos encontrados com reconhecimento por esta tecnologia é o parâmetro técnico que mais parece distinguir este segmento dos anteriores, ficando sempre abaixo dos 100 utilizadores.

Características	Hongda Deadbolt DL240	Bioaxis BD-1	ADEL Trinity-788
Imagem			
Dimensões	Ext: 150x83x36mm Int: 150x83x36mm	Ext: 152.4x76.2x35.56mm Int: 152.4x76.2x35.56mm	Ext: 152.5x70x47.6mm Int: 150x70x25.4mm
Bateria	4xAA	4xAA	4xAA
Duração bateria	300 utilizações	?	?
Memória	30 impressões (15 utiliz.)	30 impressões	99 impressões
Chave de emergência	Sim	Sim	Sim
Espessuras de porta	38 a 51mm	35 a 51mm	30 a 60mm
Preço	153€	190€	150€

Tabela 8 – Principais soluções com interface por reconhecimento biométrico

Caraterísticas	GNS/Biolock
Imagem	
Tipologia	Biométrico
Dimensões	?
Bateria	?
Duração bateria	?
Chave de emergência	?
Espessuras de porta	?
Preço	?

Tabela 9 - Concorrente nacional no reconhecimento biométrico

MIX

A Tabela 10 reúne os produtos considerados mais relevantes de entre aqueles que apresentam uma solução combinada de tecnologias de autenticação (MIX). Neste segmento não foi encontrada qualquer solução de fabrico nacional.

Este tipo de soluções visa sobretudo aumentar o nível de segurança no controle de acessos, uma vez que as tecnologias são redundantes entre si. A integração de um maior número de componentes resulta tipicamente em produtos de maiores dimensões.




Características	Vachette Verrou – RL1420	Gateman f100 – H	Yale YDM3109
Imagem			
Tipologia	Biométrico e/ou keypad	Biométrico e/ou keypad	RFID ou Keypad
Dimensões	Ext: 172x68x35.5mm Int: 158x85x37.3mm	Ext: 284x60x27mm Int: 295.4x78.4x37mm	Ext: 306.6x68.6x27mm Int: 306.6x72.8x37mm
Bateria	4xAA	4xAA	4xAA
Duração bateria	1 ano (120mil ciclos)	cerca de 1 ano	Cerca de 1 ano
Chave de emergência	Não	Não	Sim
Espessuras de porta	35 a 45mm	40 a 55mm	40 a 80mm
Preço	670€	325€	300€

Tabela 10 – Principais produtos que apresentam soluções combinadas entre diferentes tecnologias de reconhecimento

2.4 Balanço das características associadas a cada tecnologia

A partir do conjunto de resultados apresentados anteriormente, procedeu-se à análise comparativa das diferentes tecnologias de autenticação em fechaduras eletrônicas, face a um conjunto de fatores de valorização considerados relevantes para o cliente e utilizador final sendo eles:

- Preço
- Conveniência
- Segurança
- Controlo de passagens
- Rapidez de interação
- Facilidade de interação
- Impacto visual
- Facilidade de instalação
- Coesão visual

As figuras seguintes apresentam os resultados obtidos, incluindo o fator ‘preço’, embora o posicionamento comparativo face a este fator seja destacado no final. Nestes gráficos em

forma de teia, uma classificação colocada nas pontas exteriores é positiva, enquanto que no interior é menos positiva.

KEYPAD

A Figura 17 apresenta o resultado da análise das soluções disponíveis com tecnologia *keypad*, distinguindo-se as interfaces com teclado convencional daquelas com *touchscreen*. Sendo esta a tecnologia de autenticação mais madura e mais explorada pelo mercado, o preço médio das soluções encontradas pode ser apontado como principal ponto forte, sobretudo nos produtos com teclado convencional. O nível de segurança associado a esta tecnologia parece ser a principal desvantagem, pelo facto de não permitir o registo da passagem de cada utilizador e de, com o tempo, o desgaste das teclas revelar desde logo o PIN. Em termos de tipo de restrito interface, o teclado convencional é, sem dúvida, o mais comum, embora o *touchscreen*, mais recente e mais caro, pareça beneficiar a concepção da fechadura electrónica. Na verdade, a interface *touchscreen* permite ocultar o próprio teclado, quando em modo de funcionamento *standby*, tornando praticamente impercetível a interface da fechadura. No entanto, este tipo de interface ainda só está disponível num número mais reduzido de fabricantes.

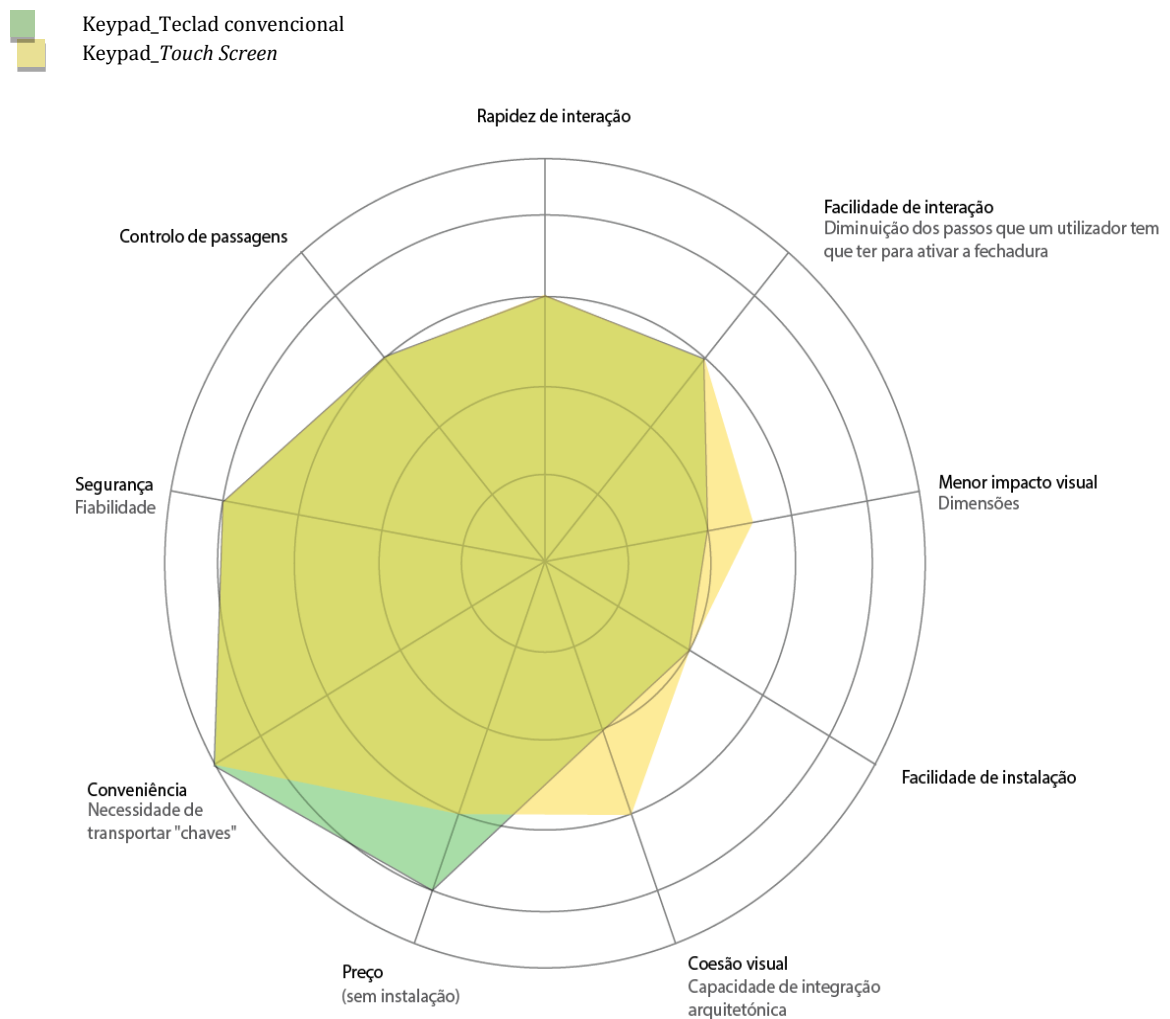


Figura 17 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de autenticação com keypad, face a um conjunto relevante de fatores de valorização

RFID

As principais vantagens e desvantagens da tecnologia RFID face aos critérios estabelecidos podem ser apercebidas na Figura 18, onde se faz a comparação do RFID com leitura até 10cm daquele com leitura até 30cm. Esta tecnologia permite uma rápida e intuitiva interação, a partir de um cartão ou qualquer outro emissor. Este fator compromete a conveniência desta tecnologia para o utilizador, uma vez que o obriga a fazer-se acompanhar do emissor para qualquer passagem, ficando limitado em situações de esquecimento ou perda do mesmo. Em termos de segurança, o emissor portátil é também uma desvantagem, uma vez que este pode ser transmitido entre utilizadores, tornando falível o controlo de passagens.

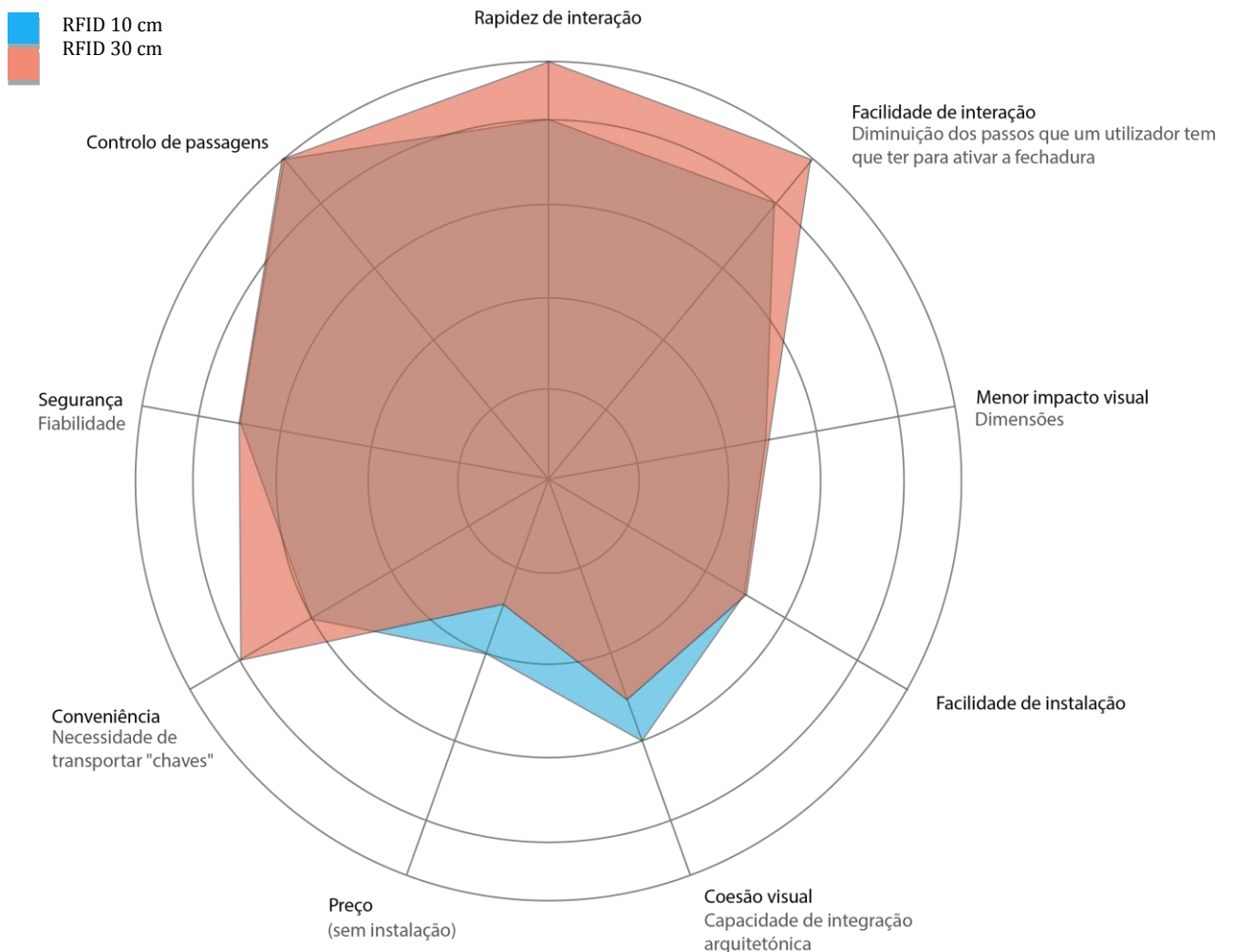


Figura 18 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de autenticação RFID, face a um conjunto relevante de fatores de valorização

Biométrico

Quanto à interface por reconhecimento biométrico, Figura 19, esta parece ser a melhor opção quando a segurança é um ponto crítico, face à dependência de uma impressão digital, característica intransmissível entre utilizadores, por vezes ainda combinada com sensor térmico para evitar a utilização de falsificações por terceiros. Alguns dos sistemas biométricos implementados no mercado, permitem que o controlo de passagens possa ser

descarregado via cabo USB a partir da fechadura, o que permite ter um controlo sobre as passagens, horários e acessos. Apesar de poder ser apontada como opção conveniente, pois não necessita do transporte de nenhum dispositivo para acionar o sistema, as soluções atuais apresentam ainda algumas desvantagens importantes face às outras tecnologias de autenticação, tais como a fiabilidade (recorrência frequente de falsos positivos), a velocidade de interação (tempo de leitura relativamente demorado) e o atravancamento (dimensões dos componentes a integrar dificultam a conceção).

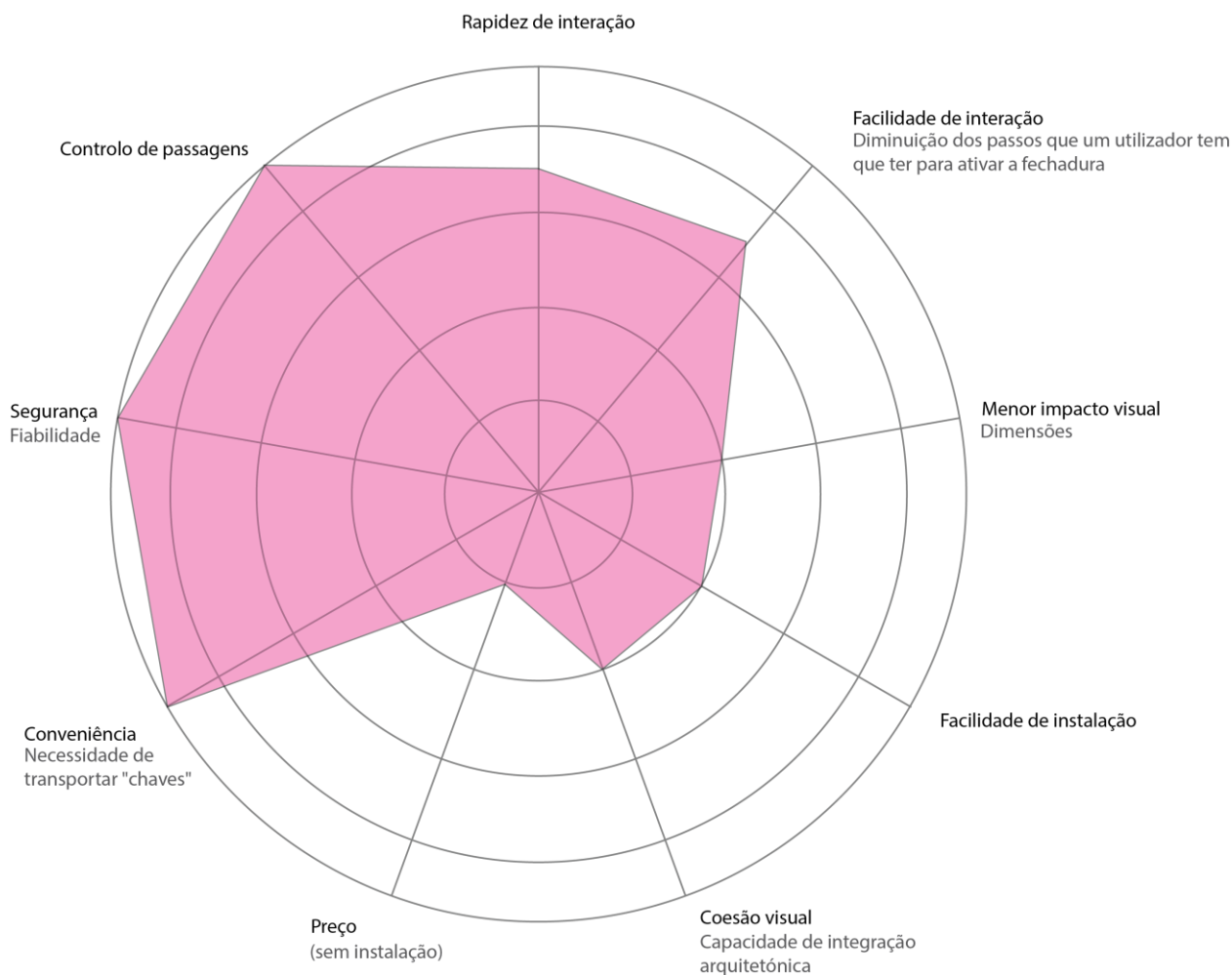


Figura 19 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de reconhecimento biométrico face a um conjunto relevante de fatores de valorização

TECNOLOGIA/PREÇO

No entanto e tal como reconfirmado na Figura 20, onde se apresenta o posicionamento relativo das diferentes tecnologias face ao fator preço, o preço é ainda a principal desvantagem a apontar nas soluções que integram tecnologia de autenticação com reconhecimento biométrico, uma vez que as soluções comercialmente disponíveis resultam ainda de elevado investimento em tecnologia de ponta. Os produtos com soluções MIX apresentam, como seria de esperar, preços mais elevados pelo acréscimo de tecnologia em cada solução.

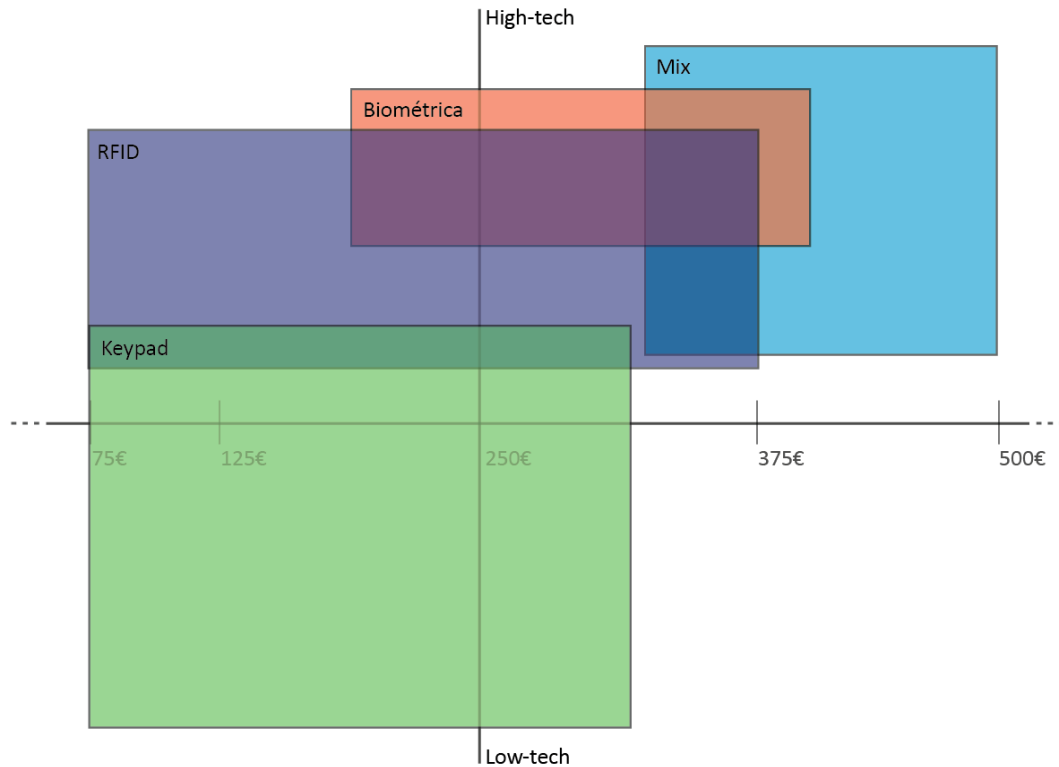


Figura 20 - Posicionamento relativo das diferentes tecnologias de autenticação integradas em fechaduras electrónicas face ao fator preço

2.5 Tendências de mercado

Qualquer solução para o problema do controlo de acessos depende da fiabilidade e da robustez dos produtos físicos como a fechadura, o leitor de cartões, os próprios cartões, etc, Figura 21. No entanto, a I&D apenas focada nas características físicas destes produtos dificilmente distinguirá uma empresa da outra, não trazendo valor acrescentado e não indo ao encontro das necessidades dos consumidores institucionais [8]. Por outro lado, o mercado orientado apenas para o preço final está de momento completamente dominado pela oferta chinesa.



Figura 21 - Componentes de um sistema *stand alone* da KABA [9]

Em qualquer caso, a motivação para a instalação de um sistema de controlo de acessos num edifício é cada vez menos focada apenas na gestão de entradas autorizadas, mas visa sobretudo assegurar a segurança de pessoas, bens e instalações. A demonstração da facilidade de *hacking* de um cartão de proximidade [10], por exemplo, resultou na elaboração de sistemas de comunicação encriptada de leitura entre cartão e leitor [11]. Na identificação biométrica, os resultados de um estudo sobre o conforto e a comodidade (*user-friendliness*) de diferentes sistemas e tecnologias de autenticação [12], apontaram a impressão digital e o reconhecimento da voz como o tipo de interação menos invasiva à privacidade do utilizador. A identificação por impressão digital aparece ainda como a tecnologia que mais beneficia a segurança e com menor incómodo para o utilizador. Em oposição, a identificação pela palma da mão, o reconhecimento facial e sobretudo o scan do íris foram classificados como inconvenientes ou desconfortáveis.

A fiabilidade, repetibilidade e robustez dos sistemas de leitura da impressão digital tem sido objeto de investigação. A combinação com sistemas de leitura em 3D e de leitura à distância, torna esta tecnologia ainda mais pertinente, sobretudo para situações onde o contacto físico é inadequado ou culturalmente inconveniente [13, 14] ou se encontra dificultado (devido a sujidade, gordura ou ferimentos). Recentemente foi proposta um sistema de leitura das impressões digitais através do ecrã de *smart phones, tablets* e computadores [15, 16] (Figura 22), o que poderia ser uma solução interessante para uma harmoniosa integração destes sistemas de leitura numa fechadura. O caso do lançamento do iPhone 5S, no qual vem incluído um leitor de impressões digitais no próprio botão e devidamente patenteado [17], veio avançar ainda mais a tecnologia do mercado, tornando o leitor verdadeiramente diminuto e com um rácio de aceitação excelente [18].



Figura 22 - Leitor de impressões digitais no ecrã [15]

No que diz respeito a sistemas de controlo de acessos com leitura à distância, as tecnologias NFC (do inglês *Near Field Communication*; comunicação e a troca de dados a uma distância muito curta, normalmente apenas alguns centímetros) e UHF (possibilidade de autenticação a distâncias de alguns metros) encontram-se em posições opostas. A tecnologia NFC é uma tecnologia que está ser implantada nos *smartphones* [19] e que eventualmente permitirá que a autenticação do utilizador possa ser efetuada através do seu próprio telemóvel (Figura 8), com grandes vantagens no que diz respeito a controlo de acesso e segurança. Da integração da NFC em sistemas de controlo de acesso (através da Internet e por WIFI) espera-se uma experiência sem obstáculos para o utilizador, não apenas no mercado profissional, mas também no mercado doméstico [20, 21].



Figura 23 - Pagamento com telemóvel por NFC [19]

O sistema UHF tem por base tecnologia RFID e permite a integração do sistema de controlo de acessos com sistemas de controlo de bens e produtos, em conformidade com o padrão internacional EPC Gen2 (*Electronic Product Code*, um código único para cada produto). As desvantagens da utilização da UHF é a (ainda) difícil encriptação dos dados de comunicação e a necessidade de um leitor mais volumoso. No entanto, encontram-se em desenvolvimento soluções de *smart cards* especiais que permitirão combinar o UHF com outras tecnologias, no sentido de criar esquemas de controlo de acesso diferenciados para áreas onde a comodidade e o conforto prevaleça (mãos livres, acesso de pessoas com dificuldades físicas, controlo de bens e máquinas, saídas com grande afluência, ...) e outras áreas que necessitem de controlo e segurança mais apertados [22].

Em alternativa aos interfaces puramente por contacto ou de leitura à distância, surge a tecnologia RCID (Resistive Capacitive Identification). Tal como representado na Figura 24, esta tecnologia possibilita a transferência de informação de identificação pela criação de campos eletrostático [23], entre um pequeno dispositivo do tamanho de uma chave do carro e uma outra superfície destinada a servir como recetor. Esta tecnologia foi utilizada pela KABA para desenvolver o sistema TouchGo [24], um bom exemplo da suave integração de controlo de acesso sem barreiras na deslocação natural de uma pessoa dentro de um edifício.



Figura 24 - Sistema RCID [23] e TouchGo da KABA [24]

Necessidades específicas por segmento de mercado

No que diz respeito ao segmento residencial, a fechadura eletrónica simples, tipicamente apenas com *keypad* como interface, é o produto de entrada para este mercado. Um sistema deste tipo pode ser considerado como uma ‘fechadura sem-chave’ e a sua aplicação é limitada a situações onde a chave física é problemática, como a gestão de um número significativo de chaves em grandes condomínios. Por outro lado, a decisão de compra e valorização de produto neste segmento de mercado é sobretudo emocional, pelo que deve ser dada especial atenção ao conforto e comodidade na elaboração das diferentes

interfaces e, em particular, à sua adaptação para utilizadores com limitações físicas ou cognitivas (crianças, idosos, doentes, ...). Neste sentido, um sistema produto/serviço para o segmento doméstico deverá aumentar a percepção de qualidade de vida e contribuir para a segurança física e emocional do utilizador.

Face a estes requisitos, uma fechadura com ligação wireless e a possibilidade de programação e controlo real-time e online através de aplicações instaladas no computador, *tablet* ou *smartphone*, são a base de sistemas atuais, a complementar com a sua integração num sistema de gestão domótica, alinhado com o conceito de Casa Segura e Protegida. Tal como apresentado na Figura 25, um sistema completo deste tipo deve envolver os seguintes módulos: fechaduras eletrónicas *standalone* ou em rede, sensores de movimento, sensores de segurança, câmaras de videovigilância, detetores de fumo, gestão de energia e as referidas aplicações.



Figura 25 - Sistema e interface Lynx Touch da Honeywell [25]

Quanto ao segmento empresarial, predomina a I&D de soluções devidamente diferenciadas e com real valor acrescentado para um grupo-alvo com características específicas, de acordo com a sua dimensão e ramo de atividade. O processo de seleção é muito racional e focado em preocupações funcionais que ultrapassam o produto físico e integram a gestão geral da organização. Nesta perspetiva, a solução para o problema gestão de acessos já não é apenas controlo mas também o aumento da percepção de segurança, conforto e comodidade para todos os *stakeholders* (utilizadores, funcionários, montagem, gestores, ...) e a integração de sistemas de gestão de funcionários, de visitantes, de energia, etc... Cada empresa espera obter um sistema robusto, fiável, *cost-effective*, não obstrutivo para o normal funcionamento e com um mínimo de intervenção de manutenção [26, 27]. Em termos de soluções, podem encontrar-se desde sistemas *standalone* e auto programáveis, a sistemas com gestão dinâmica de cartões [28], sistemas ligados em rede ou mesmo sistemas com gestão centralizada *real-time* de sucursais em diferentes continentes [29, 30].

O segmento de hotelaria pode ser apresentado como um caso paradigmático, uma vez que a substituição da chave por cartões, associada à substituição da fechadura mecânica por uma fechadura eletromecânica, resultou deveras fraturante nos sistemas de gestão de acessos aos quartos e resolveu problemas intrínsecos, como a perda de chave, a duplicação indevida de chaves e a vulnerabilidade da fechadura. Hoje em dia, pode mesmo dizer-se que o funcionamento adequado do sistema de controlo de acessos contribui diretamente para a *product experience* dos seus clientes. A utilização de um cartão também agilizou o processo de *check-in*, permitiu a emissão de múltiplos cartões para o mesmo quarto e a anulação imediata de cartões extraviados, resultando em poupanças significativas nos custos energéticos (uma vez que o cartão funciona como um interruptor geral). Um *kit* base composto por um conjunto de fechaduras *stand-alone* e auto programáveis, formam a oferta de entrada neste segmento de mercado. Soluções deste tipo estão já disponíveis através de integradores/fabricantes nacionais, como a JNF [29] (Figura 26), e internacionais, como a SALTO [31].

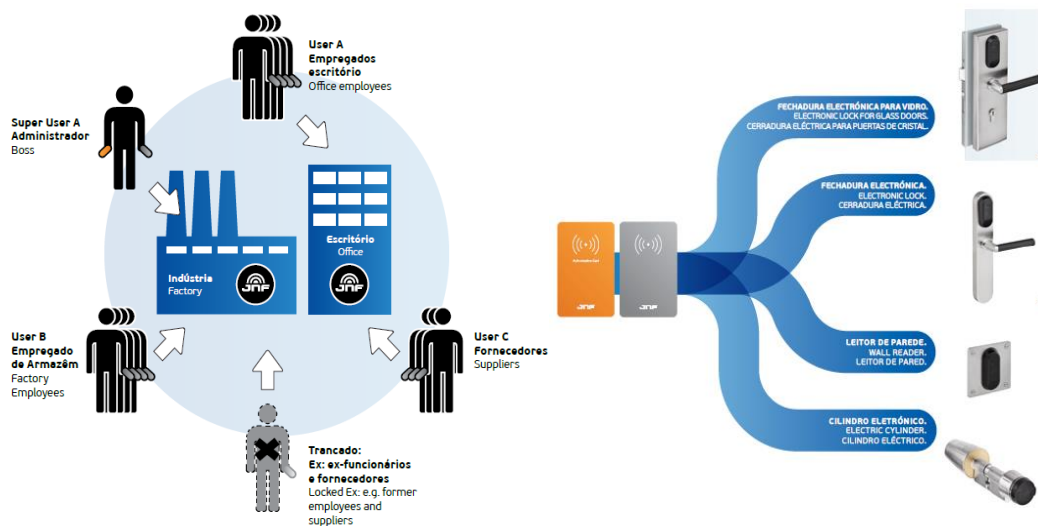


Figura 26 - Kit elementar auto-programável da JNF [29]

Um sistema mais evoluído deverá tipicamente ser complementado por um codificador de cartões, que permita a gestão dinâmica de controlo de acessos diferenciados utilizando *smart cards* e também por um sistema de fechaduras ligadas em rede *wireless*, complementando a oferta com um conjunto de produtos como controladores, leitores de parede, *software* ou cofre pessoal. Sistemas mais avançados oferecem a integração completa do sistema de controlo de acessos com o sistema de gestão do hotel, *wireless* e *on-line*, utilizando a tecnologia NFC (*Near Field Communication*), podendo incluir funcionalidades de auto *check-in* e interface de comunicação personalizado e online com o cliente [32].



Figura 27 . Kit de gestão de acessos para um hotel da CISA [33]

2.6 Patentes

Na pesquisa de patentes, foram encontrados diversos documentos referentes a sistemas elétricos, na maior parte dos casos referentes a fechaduras e testas elétricas, que não foram referenciados por não serem sistemas *retrofit*. Patentes referentes a sistemas retrofit incluídos em espelhos montados no exterior de uma porta revelaram ser em menor quantidade e são descritos de seguida.

Para conjuntos como a do projecto e-lock foram encontradas algumas patentes, em que se destacam a “Electric Lock” de 2007 [34] que apresenta ambos os espelhos do puxador, bem como todos os componentes interiores, sendo a atuação realizada por um motor ligado a um sem fim. Em 2009 o mesmo autor, Jing-Chen Chang, apresentou uma nova proposta, mais simplificada no que respeita o número de componentes, a “Electric Lock” 2009 [35]. Outra solução retrofit encontrada, registada com o nome “Electric door lock with a coupling mechanism for selective engagement between a deadbolt operating spindle and a door handle” [36], utiliza igualmente um motor, mas ligado a uma roda de coroa. Também uma patente de solução completa encontrada foi a “Control mechanism of electronic lock” de 1991 [37] que utiliza outra solução para o acionamento mecânico, por uma bobine eletromecânica. Foi ainda encontrada uma solução que recorre a dois solenoides (um deles auxiliar), a “Locking mechanism for multifunctional electronic lock” de 1993 [38].

Em relação ao desenho exterior dos espelhos foi encontrada a parente “Electronic lock device” [39] que faz referencia a um desenho previsto para um certo produto, que não poderá ser replicado.

2.7 Normas

No que diz respeito à normalização a atender no âmbito deste projeto, as seguintes normas deverão ser consideradas:

- EN 12209, norma respeitante às fechaduras convencionais. Descreve os requisitos e os testes aplicados a estas, incluindo testes de resistência à corrosão e térmica;
- EN 14846, norma diretamente aplicada às fechaduras eletrónicas. Inclui um sistema de classificação de fechaduras (segundo um código de 13 dígitos), a descrição dos requisitos necessários, assim como os testes a serem efetuados. Em determinadas situações, devido às semelhanças com as fechaduras convencionais, é citada a norma EN 12209;
- EN 1906, norma respeitante aos puxadores. Especifica requisitos relativos às dimensões do espelho e da própria zona envolvente, a considerar no desenvolvimento conceptual;
- EN 179, norma respeitante a saídas de emergência. Faculta todos os requisitos adicionais que deverão ser cumpridos, caso a fechadura atue numa saída de emergência.

Em relação aos componentes de autenticação a incorporar no produto, estes deverão respeitar as seguintes normas:

- ISO/IEC 14443, Norma aplicada internacionalmente aos “cartões de proximidade” sem contacto, com uma distância de deteção máxima de 10 centímetros. Esta norma define as características físicas do cartão, a sua componente de rádio frequência bem como os protocolos de comunicação e procedimentos de teste associados.
- ISO/IEC 15693, Norma aplicada internacionalmente aos “cartões de vizinhança” sem contacto que operam na frequência de 13MHz, com uma distância máxima de 1m a 1,5m. Esta norma define as características físicas do cartão, a sua componente de rádio frequência bem como os protocolos de comunicação e procedimentos de teste associados.
- ISO/IEC 19794-2:2005, Norma aplicada internacionalmente às tecnologias biométricas que define o que é comumente aplicado para formatos de dados biométricos, ou seja, a padronização do conteúdo comum, o significado e a representação de formatos de dados biométricos de biometria.
- ISO/IEC 9995, Norma padrão para sistemas de texto e de escritório que define princípios de layout para teclados de computador. Ela não define layouts específicos, mas fornece a base para os padrões nacionais e da indústria que definem tais layouts.

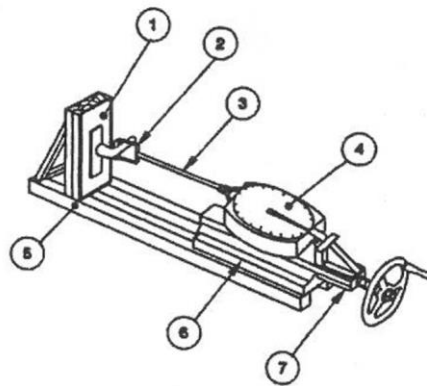
3 Desenvolvimento

3.1 Considerações de normas

Uma das preocupações que deverá estar presente durante todo o desenvolvimento é que o produto terá de estar em concordância com as normas referidas no capítulo 2.7. De entre estas, a norma EN1906 é a que apresenta os testes mais importantes a serem ultrapassados, influenciando a classificação final do produto. As fechaduras são classificadas por um código de 8 dígitos representativos dos resultados obtidos nos testes, estando estes últimos divididos por 4 graus, de 1 a 4. Classificações de grau 1 são o mínimo que o sistema tem de aguentar e apresentam as forças de teste mais baixas, enquanto que o grau 4 representa o topo das classificações. De entre os testes apresentados pela norma (13 no total) há dois que se distinguem pela sua importância e que são descritos de seguida.

Teste de força Axial

O teste de força axial tem como objetivo verificar a força axial aplicável no puxador medindo a deformação final. É efetuado numa plataforma de testes especialmente concebida para o efeito, Figura 28, aplicando a força numa posição 50mm em relação ao eixo de rotação. As forças testadas apresentam-se na TABELA, existindo em todos os casos uma pré carga de 15N e nunca podendo a deformação final ultrapassar os 2mm, medidos 75mm em relação ao eixo de rotação.



- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1 Bloco de montagem | 5 Estrutura base |
| 2 Gancho para puxador | 6 Carro |
| 3 Cabo de ligação | 7 Fuso de aplicação de força |
| 4 Manómetro | |

Figura 28 - Esquema do teste a ser efectuado

		Axial strength					
3	5.4 and 7.3.3	B.3	— Axial strength $^{+5}_0$ % at 50 mm ± 1 mm	300 N	500 N	800 N	1 000 N
			— pre-load ± 1N at 50 mm ± 1 mm	15 N	15 N	15 N	15 N
			— permanent deformation at 75 mm ± 2 mm	≤ 2 mm	≤ 2 mm	≤ 2 mm	≤ 2 mm

Tabela 11 - Valores para o teste axial da norma EN1906

Teste de resistência

O objetivo deste teste é o de classificar o produto quanto à sua durabilidade ao nível de número de ciclos, medindo o desvio final do ângulo do puxador em relação ao plano horizontal. Através de uma plataforma desenhada para o efeito é possível garantir uma rápida e eficaz repetição dos movimentos de abertura, aplicando uma força de abertura bem como uma força axial, semelhante à do teste descrito anteriormente mas de outra ordem de valores.

7	5.8 and 7.3.7	B.6	Endurance test				
			— number of cycles $^{+1}_0$ %	100 000	100 000	200 000	200 000
			— force L $^{+5}_0$ %	60 N	60 N	100 N	100 N
			— force P $^{+5}_0$ %	60 N	60 N	100 N	100 N
			— limit deviations "at-rest" after test (except for spring assisted levers)	$\pm 4^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 1^\circ$

Tabela 12 - Valores para o teste de resistência da norma EN1906

3.2 Análise detalhada de produtos da concorrência

Tendo em vista obter informação mais detalhada sobre soluções construtivas e tecnologia incluída em alguns dos produtos referidos na secção 0, foram adquiridos alguns modelos com as tecnologias já indicadas.

Disposição dos componentes:

Uma semelhança comum a todos mostrou ser a disposição de componentes, já que todas as soluções analisadas apresentavam no espelho interior a caixa das pilhas e a placa de programação (exceto nos Keypad por a programação ser feita pelo próprio teclado), enquanto no exterior estavam colocadas a interface, a placa de controlo e o mecanismo. A escolha da colocação das pilhas no interior é evidente no que diz respeito à segurança, evitando roubos de material e impedindo um fácil acesso ao interior do espelho, sendo que o tipo escolhido varia entre o AA e o AAA consoante o espaço disponível.

Tipo de acionamento:

Os acionamentos encontrados apresentavam soluções do tipo motor DC ligado a um sem fim e permitia que o sistema ficasse destrancado (abertura normal como uma porta convencional) sem qualquer gasto de energia.

Standartização dos componentes:

De referir a preocupação de que ambos os espelhos fossem o mais semelhantes possível, deste modo o produto final não só fica mais harmonioso visualmente como permite reduzir custos ao nível do fabrico das peças.

Interação com utilizador:

Um ponto comum a todas as soluções analisadas é a existência de LED's para aviso visual bem como um *buzzer* para aviso sonoro.

Funcionalidades:

Um ponto diferenciador entre alguns produtos analisados é o mecanismo ser bidirecional ou não, pois em alguns casos o espelho apresenta um puxador cuja posição não pode ser alterada, funcionando apenas em alguns tipos de porta, enquanto que outros permitem esta mudança, cobrindo um número superior de aplicações.

3.3 Especificações de produto

Antes de iniciar a geração de conceitos e pesquisa acerca dos diversos componentes OEM a integrar nas soluções, foi necessário definir as especificações desejadas para a solução a desenvolver.

Retrofit

Requisito mais importante e que foi definida pela empresa foi que a solução a ser desenvolvida deveria ser *retrofit*, quer isto dizer que deveria poder ser aplicada em portas já existentes, pois não implicaria alterar nenhum dos componentes.

Standard

Deveria ser adaptável ao maior número de espessuras possível. A solução teria de ser inevitavelmente uma solução incorporada nos espelhos e que fizesse a ligação entre o puxador e quadra.

Standalone

As soluções e-Lock serão do tipo *standalone*, este é um dos principais requisitos e característica a implementar. As fechaduras serão autónomas do ponto de vista energético, funcionando sem qualquer ligação à instalação eléctrica do local em que se encontram instaladas.

Tipo de autenticação

Os modos de autenticação serão os definidos pela empresa, Keypad, RFID e biométrico e um dos objectivos será o de tornar a solução modular, alterando o menor número de componentes possíveis entre as diferentes tecnologias.

Disposição dos componentes

A disposição final dos componentes entre os espelhos exteriores e interiores foi definida após a análise mais detalhada da concorrência identificada no capítulo anterior. No espelho interior ficará a caixa de pilhas e a placa de programação e no exterior o interface, controlo e o mecanismo.

Outro requisitos considerados para o sistema a desenvolver foram :

- Garantir a fiabilidade do sistema
- Ser fácil de utilizar
- Ser fácil de instalar
- Ser segura contra intrusos
- Estar conforme a norma
- Apresentar feedback visual
- Apresentar feedback sonoro
- A programação do keypad ser feita a partir das próprias teclas
- A programação do RFID ser feita a partir de um cartão mestre
- A programação do biométrico ser feita a partir de dois botões de set e reset
- A possibilidade de tornar a fechadura sempre fechada e sem gastos energéticos
- Ter um mecanismo bidirecional
- Garantir o funcionamento mecânico do lado interior

3.4 Diagramas de estados

Após a análise detalhada e especificação do produto foi necessário definir o modo de funcionamento de cada uma das tecnologias, prevendo todo o tipo de interações que poderão haver, o modo de programação e o *feedback* dado ao utilizador.

O funcionamento mais simples é o do Biométrico, Figura 29, que estando em *stand-by* analisa se os dados obtidos correspondem ou não a uma impressão digital registada. Caso seja validada a fechadura pisca uma vez o LED verde e emite um som do *buzzer*, atuando durante 5 segundos. No caso contrário liga-se o LED vermelho e o *buzzer* durante meio segundo, mantendo-se em *stand-by*. A programação é feita a partir de dois botões aplicados na placa de programação, um de SET, para adição de nova leitura e um de RESET, para limpeza de todos os dados guardados.

A validação do RFID, Figura 30, tem 3 passos de verificação, o primeiro de verificação se o sinal é de um RFID reconhecido, o segundo se é um cartão de abertura normal e o terceiro se se trata de um cartão mestre. No caso de se tratar de um cartão normal, o modo de funcionamento é o descrito para o biométrico, acendendo o LED verde e ligando o buzzer. No caso específico de ser um cartão mestre, este é utilizado como forma de programação de cartões novos, portanto após a passagem deste na fechadura é possível passar os cartões desejados para programação, havendo uma temporização de 5 segundos, desde a passagem do último cartão tornando a fechadura ao seu modo *standby*.

A interface por Keypad apresenta o esquema de funcionamento mais complexo dentro de todas as tecnologias. A primeira verificação feita é se o pin inserido tem entre 1 e 9 dígitos, se tiver é feita a verificação e respectiva abertura, ou não, da fechadura. No outro caso é verificado se são pressionadas as teclas # e * durante 5 segundos, que muda a fechadura para o seu modo de programação. Neste modo será necessário introduzir o código mestre, caso contrário voltará para o seu modo de repouso. Após introdução do código mestre há uma lista de códigos que se poderá inserir, de inserção de novas combinações de entrada ou de bloqueamento/desbloqueamento da fechadura.

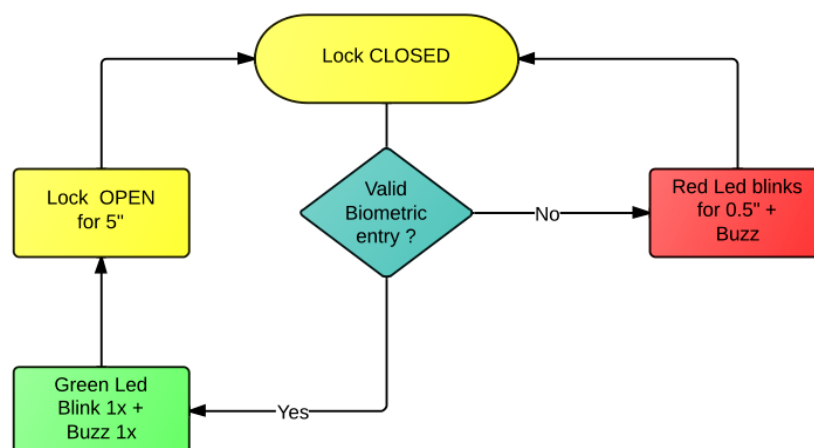


Figura 29 - Esquema de funcionamento do modo biométrico

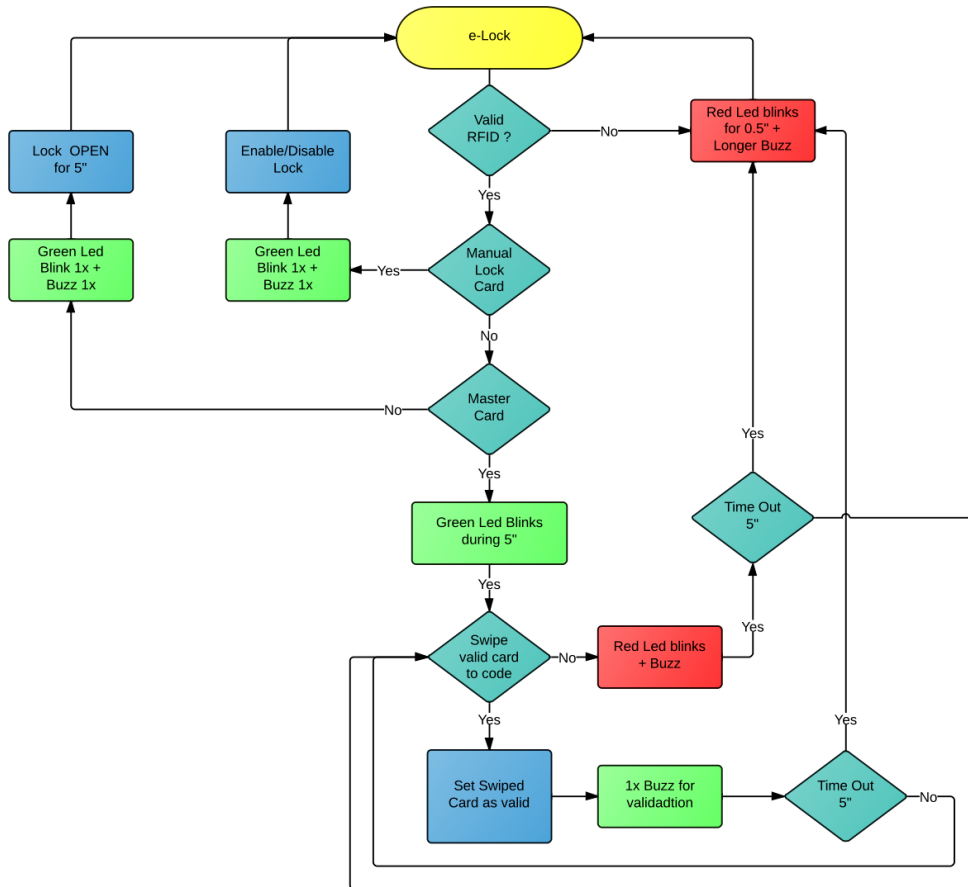


Figura 30 - Esquema do funcionamento do modo RFID

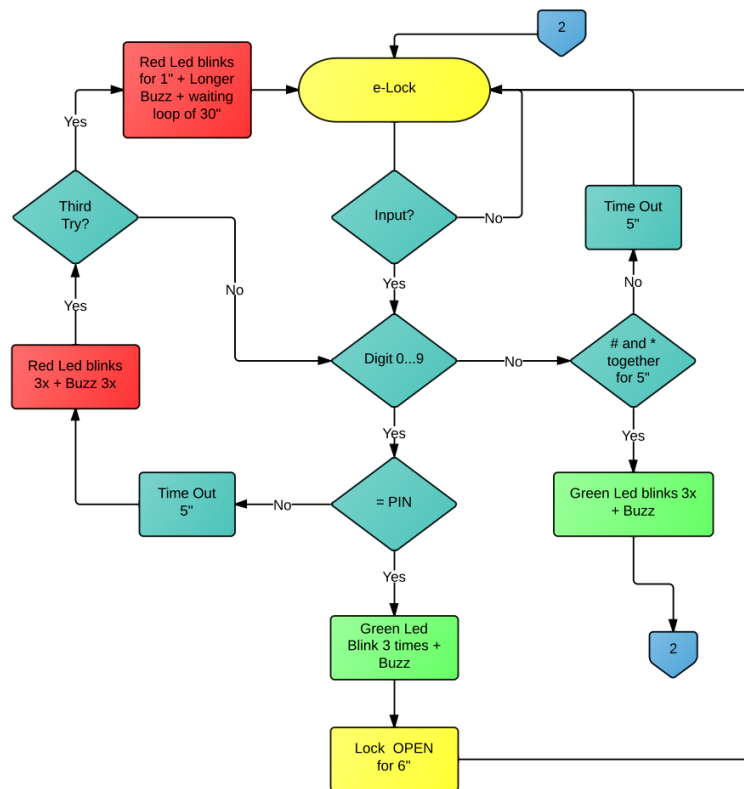


Figura 31 -Esquema de funcionamento do modo Keypad

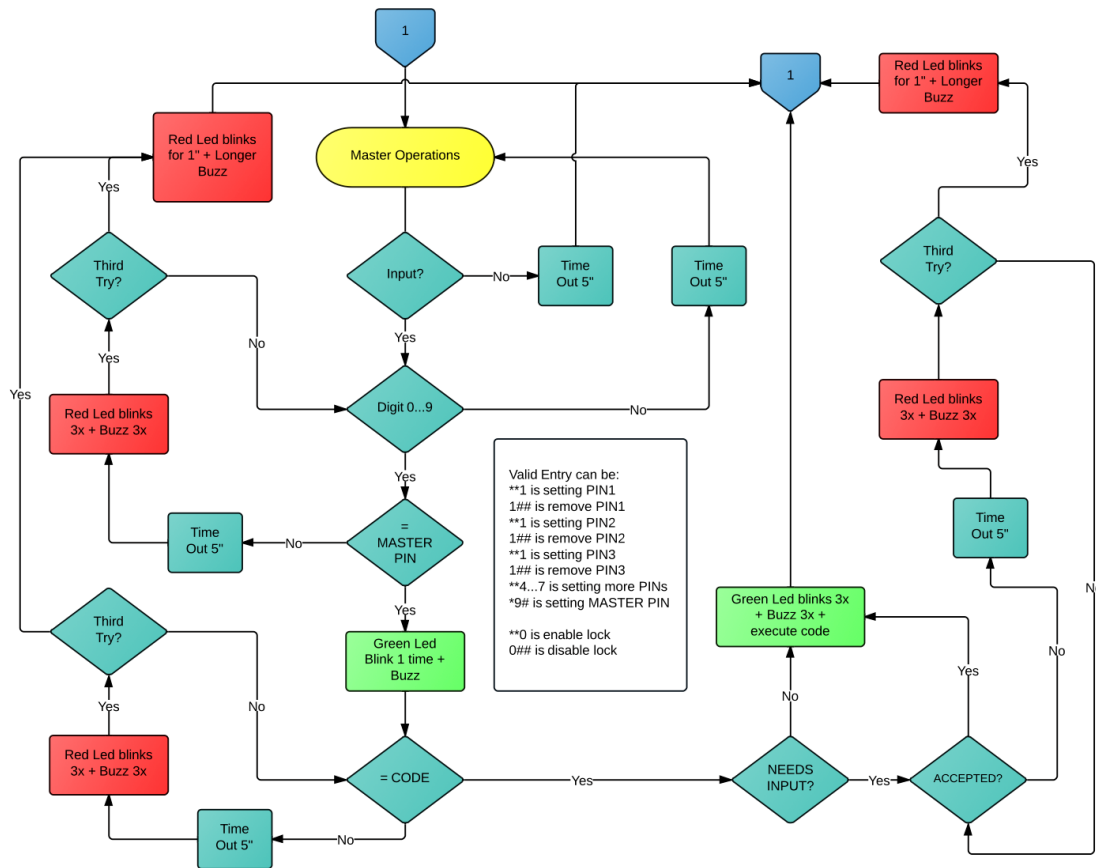


Figura 32 - Esquema de programação do modo Keypad

3.5 Arquitetura base

Partindo dos requisitos para a fechadura foram definidos os seus principais módulos que constituem a arquitetura base do projeto, Figura 33:

- Módulo de interface com o utilizador (keypad, RFID ou biométrico)
- Módulo de alimentação
- Módulo de controlo + programação
- **Módulo de acionamento**
- **Módulo estrutural**
- **Módulo de interface visual**

Os módulos de acionamento, estrutural e o de interface visual foram totalmente desenvolvidos pela equipa do INEGI e âmbito desta tese. No entanto todo o projeto decorreu com interação dos outros grupos envolvidos, o INOV, responsável pelo desenvolvimento e integração dos módulos eletrónicos e a Marques empresa promotora do projeto que irá produzir e comercializar a solução. O trabalho desenvolvido no INEGI incluiu reuniões periódicas com os responsáveis da empresa, de modo a validar o trabalho realizado.

Assim, a partir da arquitetura base que se mostra na figura seguinte é possível obter uma visão global dos componentes necessários e que serão abordados ao longo deste capítulo.



Figura 33 - Arquitetura do produto – diagrama de módulos

3.6 Módulo de interface com o utilizador

A análise de componentes centrou-se nas três tecnologias de reconhecimento e autenticação identificadas no capítulo 2.2, keypad, RFID e biométrico. Para cada uma delas foram selecionados os módulos OEM das empresas mais conceituadas no fabrico deste tipo de produtos que reúnem as características consideradas mais relevantes para o desenvolvimento do produto.

As fechaduras eletrónicas e-Lock destinam-se a aplicações *standalone*, ou seja não contemplam a possibilidade de ligação a uma fonte de energia externa. Partindo deste requisito é necessário garantir que os módulos a integrar no demonstrador funcionam a partir de tensões relativamente baixas e com o menor consumo de energia possível para assim maximizar o número de operações da fechadura entre substituições de baterias.

A seleção final dos componentes indicados foi validada pelo INOV após discussão sobre atravancamento/funcionalidades.

3.6.1 Estudo de mercado dos componentes teclado

Da procura por fornecedores dos vários tipos de teclados mencionados, encontram-se empresas que fornecem produtos para a área da saúde, nomeadamente para a instalação de sistemas análogos em hospitais e clínicas e que preferem os teclados do tipo capacitivo ou piezoelétricos, embora estes tipos sejam os mais dispendiosos. Empresas como a *SOMATICA, Materials and Solutions* [1] ou a empresa *Baran Advanced Technologies 1986, Lta* [40] fornecem produtos, teclados capacitivos e piezoelétricos para edifícios hospitalares e laboratórios.

Foram selecionados os melhores produtos encontrados para cada uma das tecnologias identificadas anteriormente que se apresentam na Tabela 13.





Fabricante	Sparkfun [41]	Multicom [42]	Baran [40]	Adafruit [43]
Modelo	MPR121	MCAK206NSSBW PMMGKT	KBA11	Membrane Matrix Keypad 3x4
Imagem				
Tipo de Keypad	Capacitivo	Pressão	Piezo electrico	Membrana
matriz do teclado (Nº Teclas)	3 x 4 (12)	2 x 6 (12)	3 x 4 (12)	3 x 4 (12)
Dimensões (mm)	48.26 x 78.74	39.75 x 105.5	73 x 93	69.2 x 76.9
Alimentação	3,3Vdc	24 Vdc	24 Vdc	35 Vdc
Interface	I ² C	RS232	RS232	
Material	PCB	Metal	Alumínio	Policarbonato
Resistente ao exterior	n.a.	IP67	IP68	IP66
Preço	14.62€	16,89 €		2,9 €

Tabela 13 - Módulos OEM para interface teclado pesquisados

De entre os produtos apresentados o que foi escolhido foi o teclado capacitivo da *Sparkfun* que não só apresenta a dimensão mais pequena como requer menos alimentação. O preço apesar de não ser o mais baixo está dentro dos valores espectáveis e o facto de se escolher a tecnologia capacitiva permite uma melhor integração do teclado no espelho, uma maior escolha de materiais e acabamentos superficiais, melhorando as especificações de produto. Um dos requisitos para este tipo de teclado é a sensibilidade dada ao utilizador na sua utilização, o material mais indicado para cobertura e definição das teclas será o policarbonato, por ser injetável, permitir a marcação das teclas facilmente, alteração do aspecto final e é ainda bastante resistente aos riscos.

3.6.2 Estudo de mercado dos componentes RFID

Para a aplicação no E-Lock, o sistema RFID mais indicado será um sistema de alta frequência (HF a 13.56MHz), com uma curta distância de deteção (acoplamento indutivo) uma vez que a fechadura apenas deve permitir acesso ao portador do identificador quando este se encontra próximo da mesma. Partindo das premissas anteriores será possível utilizar *Tags* passivas que apresentam logo à partida vantagens significativas ao nível do seu custo unitário, duração, formato e robustez.

Vantagens HF (2.2.2):

- Maior capacidade e velocidade de transmissão de dados quando comparando com LF;
- O custo do leitor é muito reduzido;
- O processo de definição da zona ativa de deteção é muito simples;
- Ideal para a leitura de *Tags* individuais a curta distância;
- É possível encontrar *Tags* com capacidade da memória interna até 8KBytes;
- Bom desempenho quando opera próximo de líquidos ou metais;
- Múltiplas soluções de encriptação e segurança;
- Possui uma banda de frequência alocada e regulada a nível mundial;

Desvantagens HF:

- O preço das *Tags* depende em muito da aplicação;
- Para distâncias elevadas, é necessária uma antena com boa receção;

No que diz respeito à escolha de componentes RFID(módulos OEM) para integração, foram encontradas empresas internacionais que produzem e ou comercializam módulos OEM com diferentes tipos de *Tags*, muitos dos quais compatíveis com mais do que um tipo de *Tag*.

A tensão de alimentação destes módulos centra-se entre os 4V e os 5,5V. A pesquisa centrou-se em empresas com boa representação no mercado, na gama escolhida (13.56 MHz), tendo-se destacado a empresa *Stronglink* [44] e a *TAGnology* [45]. Na comparação entre estas duas a opção da *TAGnology* foi descartada devido aos elevados preços de venda. Para esta pesquisa foram descartados todos os módulos que não incluíssem antena, pois representariam uma solução com uma volumetria bastante superior.




Marca	Stronglink	Stronglink	Stronglink
Modelo	SL030	SL025M	SL018
Imagem			
Frequência (Hz)	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz
Interface	I2C	UART in TTL level	I2C
Protocolo	ISO 14443A	ISO 14443	ISO14443A
Tipo de TAGs	Ultralight, NTAG203, MIFARE Mini, MIFARE™ Classic 1K, MIFARE™ Classic 4K, FM11RF08	MIFARE 1k, 4k, Mini; Ultralight; NTAG203; FM11RF08	Ultralight, NTAG203, MIFARE Mini, MIFARE™ Classic 1K, MIFARE™ Classic 4K, FM11RF08
Antena Integrada	Sim	Sim	Sim
Leitor/Gravador	Sim/Sim	Sim/Sim	Sim/Sim
Distância máxima de leitura	Até 50mm, dependendo da tag	70mm	Até 60mm, dependendo da tag
Dimensões (mm)	38x38	55x80	65x45
Tensão de Alimentação	2.5 - 3.6 Vdc	4,4 - 12 Vdc	4.5 - 7.0 Vdc
Preço	13.20€	14.7€	12.5€

Tabela 14 - Continuação de produtos com tecnologia RFID [44]

Numa primeira fase o módulo escolhido foi o SL018, por apresentar o preço de custo mais reduzido, no entanto, após encomenda do módulo foram efectuados testes de controlo de consumo de energia que não foram de encontro com o esperado. A resposta recebida do INOV foi que as características do módulo impedem a utilização de qualquer estratégia para gestão do consumo, tornando inviável a sua utilização no contexto standalone com alimentação por bateria. Foi-nos indicada uma alternativa, o SL030, que apresenta um valor de venda um pouco superior, mas um atravancamento bastante mais reduzido e cujos testes validaram a sua aplicação.

3.6.3 Estudo de mercado dos componentes de reconhecimento da impressão digital

Concentrando a procura de produtos e módulos OEM para o desenvolvimento do reconhecimento de indivíduos através da sua impressão digital, foram pesquisadas empresas cujo objetivo/missão é introduzir novas tecnologias na área da segurança, é o caso da *Futronic Technology Company Limited* [46] especialista em sistemas de autenticação por impressão digital, a *SecuGen* [47] com as suas soluções de leitura óptica da impressão digital e a empresa *Suprema* [48] líder de mercado na fiabilidade de leitura com uma solução de leitura capacitiva. Na figura seguinte é possível observar um módulo OEM de cada um destes fabricantes e respectivas características dos mesmos.




Marca	Futronic	SecuGen	Suprema
Modelo	FS83	SDA03P	SFM3550_TC
Tecnologia	Optico	Optico	Capacitivo
Imagem			
CPU (MHz)	600 MHz	400 MHz	400 MHz
Memória	16 MB SDRAM	32 MB	4 MB
Interface	RS232	RS232; TLL	RS232
Resolução (dpi)	500 dpi	500 dpi	508dpi
Tamanho da Imagem (pixel)	480 x 320	260 x 300	256 x 360
Dimensões: Cabeça óptica / PCB	80 x 80 x 40 mm	21 x 32 x 62 mm / 59 x 43 x 8 mm	/63 x 43 x 10 mm
Alimentação	5 Vdc	3,3 Vdc	5 Vdc
Nº de Utilizadores	2500	3000	9000
Prova de água	Sim	Só no Modelo SDA03P-WR (IP65)	Só no modelo SFM3050-TC2S (IP67)
Tamanho da Janela	16 x 24 mm	16,1 x 18,2 mm	12.8 x 18 mm
Imagem Padrão	ANSI 378	ANSI 378; ISO19794-2	ISO19794-2, ANSI-378
Preço	100€	81€	106€

Tabela 15 - Módulos OEM de leitor de impressões digitais

Os modelos da Futronic e da Secugen foram prontamente descartados devido às suas elevadas dimensões, que por serem ópticos apresentam um componente de leitura impossível de aplicar na volumetria desejada. Procedeu-se então à encomenda do módulo da Suprema, mas pedindo ao INOV que procurasse outras soluções alternativas com melhor combinação atravancamento/preço. Foi-nos enviada informação sobre o módulo SM30 da CAMABio [49] para serem realizados testes, apesar de alguma desconfiança inicial da parte do INOV por ser um componente chinês. No entanto, após os testes este ultimo módulo demonstrou ser ainda mais indicado para aplicação do que o módulo da Suprema, tendo ainda a vantagem das suas reduzidas dimensões e no seu preço muito reduzido (menos de metade). De seguida apresentam-se as suas especificações.


Marca	CAMAbio
Modelo	SM30
Imagem	
CPU (MHz)	?
Memória	?
Interface	UART
Resolução (dpi)	500 dpi
Tamanho da Imagem (pixel)	210x250
Dimensões: Cabeça optica / PCB	?
Alimentação	3.3 Vdc
Nº de Utilizadores	3000
Prova de água	Sim
Tamanho da Janela	?
Imagem Padrão	ANSI 496
Preço	48€

Tabela 16 - Especificações do módulo CAMAbio

Uma preocupação demonstrada pelo INOV após os testes realizados com o modelo da CAMAbio foi o seu elevado consumo de funcionamento, apresentando um elevado gasto de energia mesmo em condições de *standby*. Para ultrapassar esta questão foi sugerida a aplicação de um botão na parte inferior do sensor que atuasse sempre que o utilizador tentasse uma validação, pela própria força exercida pelo dedo. O botão teria de ser mono estacionário de modo a voltar à sua posição original após a validação do sistema e ter o menor atravancamento possível. O modelo escolhido é vendido pela MOUSER Electronics [50] mas fabricado pela ALPS [51], tratando-se do modelo SKHRAAA010, cuja imagem e dimensões se apresentam de seguida.

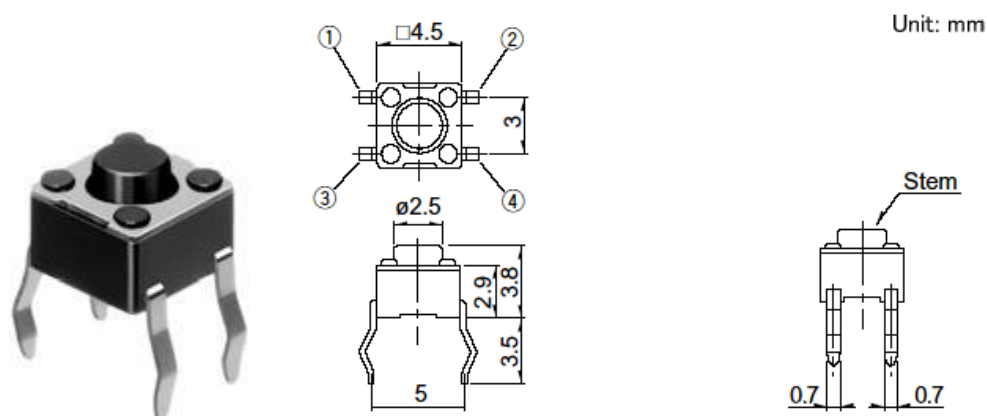


Figura 34 - Imagem e dimensões do botão

3.7 Módulo de alimentação

Sendo uma solução *standalone*, terá de ser autónoma do ponto de vista energético, funcionando sem qualquer ligação à instalação elétrica do local em que se encontram instaladas. Deverá ser aplicado um conjunto formado por uma bateria e regulador, ao qual se dá o nome de fonte de alimentação do sistema (do inglês Power Supply Unit ou PSU).

Bateria

A fonte de energia para todos os módulos que integram uma fechadura e-Lock será uma pilha ou conjunto de pilhas. Sabe-se dos fabricantes de baterias/pilhas que existem vários tipos adequados para sistemas autónomos, seja no domínio das pilhas recarregáveis ou não-recarregáveis.

Tipos de pilhas

São os elementos químicos constituintes das pilhas que definem as características e muitas vezes, o nome genérico pelo qual são conhecidas. No caso das pilhas recarregáveis/baterias (ou acumuladores) os principais conjuntos eletroquímicos são:

- NiCad: Níquel-Cádmio (1,2V por elemento);
- NiZn: Níquel-Zinco (1,2V por elemento);
- NiMH: Hidreto metálico de Níquel (1,2V por elemento);
- Chumbo-Ácido: (2V por elemento);
- Iões de lítio (3,6V por elemento);

No caso das pilhas não-recarregáveis tem-se:

- *Pilhas comuns*(Carvão-Zinco);
- *Pilhas Alcalinas*;
- *Pilhas de mercúrio*;
- *Pilhas de Litio*;



Figura 35 - Pilhas recarregáveis [52] e pilhas alcalinas [53]

Formatos das pilhas

Os formatos de pilhas estão de acordo com os *standards* da indústria, regulados por diferentes entidades como se pode verificar na Tabela 17, que mantém contido equivalência entre eles. Os formatos americanos (ANSI) são os mais divulgados e reconhecidos (AA, AAA, etc).

Na norma IEC as pilhas alcalinas designam-se pela sigla "LR" e as pilhas secas pela sigla "R". As pilhas alcalinas têm uma maior duração que as pilhas comuns, podendo durar até 2 vezes mais sob regimes de carga mais intensos.

Designação	Norma ANSI (USA)	Norma I.E.C. (Europa)	Norma JIS (Japão)	Dimensões (em mm) diâmetro x altura
Pilha Micro	AAA	LR03 / R03	AM4 / UM4N	10,5 x 44,5
Pilha Mini	AA	LR6 / R6	AM3 / UM3N	14,5 x 50,5
Pilha Média	C	LR14 / R14	AM2 / UM2N	26,2 x 50
Pilha Grande	D	LR20 / R20	AM1 / UM1N	34,2 x 61,5
Pilha 9 V	1604D	6LR61 / 6F22	6AM / 006PN	26,5 x 17,5 x 48,5
Pilha "plana" 4,5V	.	3LR12 / 3R12	.	26 x 22 x 67

Tabela 17 – Equivalência do formato das pilhas

As pilhas escolhidas para aplicação foram as pilhas micro (AAA ou LR03) pela vantagem do seu avançamento, conseguindo no entanto manter uma boa autonomia de funcionamento.

Suporte de pilhas

A primeira variante na escolha do suporte de pilhas foi o número de pilhas a incluir, que após contacto com o INOV ficou decidido a inclusão de 4 pilhas por conjunto, sendo um número que já garante a autonomia desejada. A principal preocupação ao escolher um suporte para as pilhas foi a de ter o menor avançamento possível, nomeadamente no que toca à altura total com as pilhas inseridas, que como se pode ver mais à frente no capítulo 4.1, é a dimensão mais crítica. O produto escolhido foi o suporte da Keystone com número de código 2482 [54] cujas dimensões se apresentam de seguida.



Figura 36 - Vista geral do suporte de pilhas

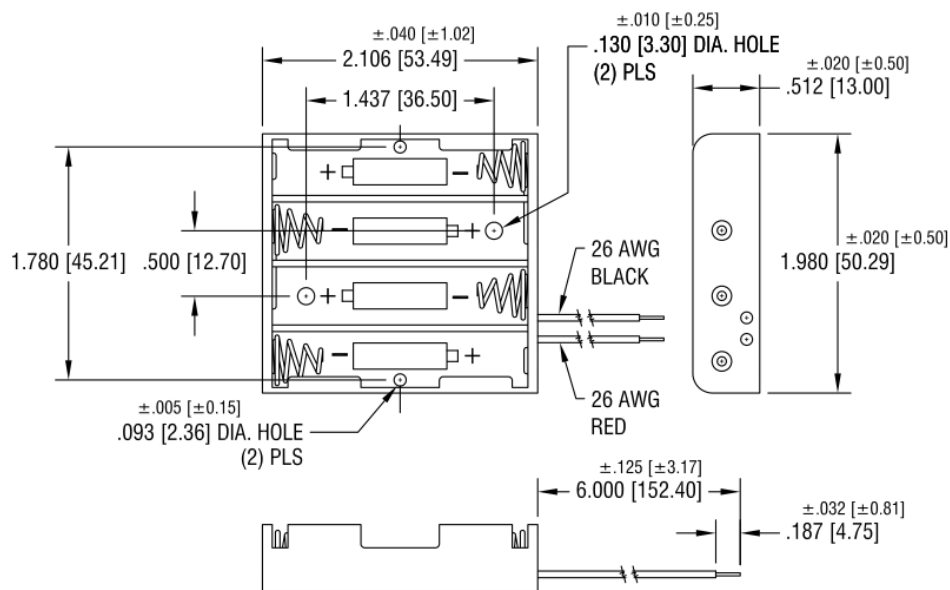


Figura 37 - Dimensões do suporte de pilhas escolhido

Regulador de carga

O módulo eletrônico responsável por regular as grandezas elétricas de tensão, corrente e potência para alimentar os módulos de controlo e ação mecânica, é um conversor DC-DC tipo elevador de tensão (*boost*), especialmente concebido para trabalhar com pilhas [55]. De uma forma simplificada, este tipo de regulador garante sempre um nível de tensão constante durante o tempo de vida útil das pilhas, apesar destas diminuírem gradualmente a sua tensão de saída à medida que vão perdendo carga. Por outro lado o conversor garante também que as pilhas são utilizadas até a sua exaustão completa, aumentando-se assim os intervalos das trocas de pilhas nas fechaduras e-Lock.

Não foi realizado nenhum estudo de mercado pois ficou decidido que este ficaria incorporado no módulo de controlo a ser desenvolvido pelo INOV (3.8.1).

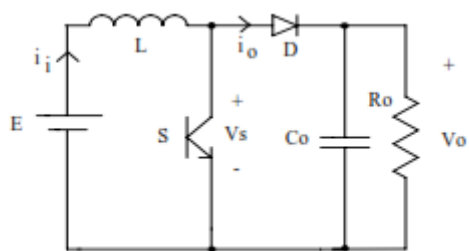


Figura 38 - Circuito de potência conversor DC-DC boost

3.8 Módulo de Controlo/Processamento

Qualquer tipo de sistema que requer automação incorpora obrigatoriamente um componente que implementa a máquina de estados, que controla o sistema, ou em situações mais complexas e flexíveis executa um programa para o mesmo efeito. Atualmente, entre o vasto leque de opções que existem no mercado, quando se quer aliar baixo custo, dimensão reduzida, performance e possibilidade de interface com outros componentes externos a escolha recai nos microcontroladores.

Nos últimos anos, por questões de facilidade e para alargar o leque de potenciais utilizadores, que muitas vezes não possuem os conhecimentos técnicos para desenhar soluções de *hardware*, tem surgido no mercado diversos módulos que não são mais do que sistemas micro controlados, que já oferecem um conjunto de funcionalidades interessantes para a maior parte das aplicações. Para além disso, permitem eliminar na maior parte das vezes o tempo de desenvolvimento de *hardware*, sendo ideal para o desenvolvimento rápido de protótipos e demonstração de soluções.

Uma fechadura eletrónica necessitará de uma unidade central de processamento, que não só garantirá a interface correta com os demais módulos que a constituem, mas também executará o programa que controla a interação da fechadura com o utilizador, validação e controlo de acessos. Esta unidade central de controlo inclui como componente principal um microcontrolador.

Um microcontrolador é um sistema computacional completo, no qual estão inseridos uma CPU (*Central Processor Unit*), memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (*Input/Output*), além de outros periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D entre outros, integrados num mesmo componente. Basicamente, os microcontroladores contém as partes integrantes de um qualquer computador:

- Unidade Central de processamento (CPU);
- Sistema de clock para dar sequência às atividades da CPU;
- Memória para armazenamento de instruções e para manipulação de dados;
- Entradas pelas quais o microcontrolador recolhe informações do mundo externo para posterior processamento;
- Saídas pelas quais o microcontrolador é capaz de enviar as ordens/comandos decorrido do processamento do programa e das informações recolhidas pelas entradas;
- Programa (também conhecido como *Firmware*), define o conjunto de regras, tarefas e ações que o microcontrolador deve realizar e como as deve realizar;

3.8.1 Estudo de mercado e módulos OEM com microcontroladores

Após uma pequena pesquisa de mercado pôs-se em confronto, em conjunto com o INOV, qual seria a melhor opção a aplicar no projeto, se um módulo genérico OEM comprado pronto a montar ou a concepção de um módulo de raiz que já incorporasse a gestão de carga. O primeiro cenário seria o de continuar o desenvolvimento apenas com

recurso a módulos OEM, e o segundo seria criar um PCB à medida agregando as funcionalidades de microcontrolador e gestão de carga.

Após reunião com os responsáveis da empresa esta confirmou-se a decisão de optar pelo segundo cenário, criando uma solução customizada. Esta aposta irá permitir criar uma placa de acordo com as especificações desejadas, com todas as portas de acesso necessárias, e dimensões adaptáveis ao espaço disponível dentro do espelho, sendo também vantajoso ao nível do custo final. Esta parte do desenvolvimento ficou inteiramente entregue ao INOV, com toca de informação relativamente ao espaço disponível, forma de montagem e outros pormenores.

3.9 Modulo de acionamento

3.9.1 Escolha do modo de acionamento

Qualquer fechadura eletrónica necessita de um componente capaz de fazer a conversão de uma ordem elétrica num acionamento mecânico. Existem diversas formas de implementar esta função, das quais se destacam os solenoides e pequenos motores DC, por serem as soluções mais simples e de baixo custo. Por outro lado qualquer uma das soluções referidas apresenta restrições no capítulo do consumo de energia, o que num sistema *standalone* com alimentação por baterias é crítico.

É feita de seguida uma breve descrição dos solenoides, cujo principio de funcionamento condicionará a escolha entre estes e os motores DC. Dos solenoides encontrados no mercado destacam-se os solenoides que funcionam a corrente alterna (AC) e os solenoides que operam a corrente contínua (DC). Dado que a fechadura e-Lock será do tipo *standalone*, prevendo a utilização de pilhas, o estudo será centrado nos solenoides do tipo DC. A maior parte dos solenoides comerciais para segurança e restrição de acessos funcionam a corrente contínua (DC), mas normalmente com tensões superiores a 12V.

Tipos de Solenoides

De acordo com o tipo de funcionamento mecânico existem dois tipos de solenoides:

- Solenoides do tipo Push;
- Solenoides do tipo Pull;

Os solenoides do tipo *Push* (empurrar) funcionam quando o êmbolo é puxado para fora da bobina do solenoide assim que este é energizado. Neste tipo de dispositivo, tipo *Push*, o campo magnético não pode ser revertido, para fazer com que ocorra a ação oposta, assim uma mola de retorno integrada é fornecida para enviar de volta o conjunto do êmbolo/eixo à sua posição inicial.

Os solenoides do tipo *Pull* ao contrário dos de tipo *Push* recolhem o êmbolo para o interior do solenoide. Nas duas imagens da Figura 39 esquematizam-se os dois tipos de solenoides.

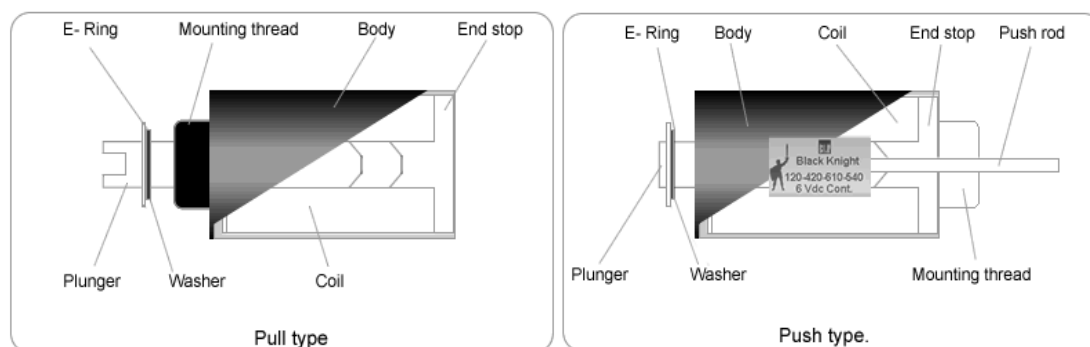


Figura 39 - Imagens do tipo de funcionamento dos solenoides do tipo *Push* e *Pull* [56]

Um solenoide poderá funcionar de dois modos:

- Modo Contínuo;
- Modo Intermitente(pulsado);

O modo contínuo é um modo de funcionamento em que o solenoide está permanentemente magnetizado e a desenvolver no seu êmbolo a força nominal especificada pelo fabricante. Neste modo enquanto o solenoide se encontra magnetizado existe consumo de energia. Por outro lado, o modo intermitente permite um funcionamento por curtos intervalos de tempo na ordem das centésimas de segundo.

No entanto mesmo para o modo intermitente o gasto de energia é demasiado para uma solução standalone, que utiliza baterias próprias. Deste modo procedeu-se ao estudo de mercado de pequenos motores DC.

Motor Elétrico

Um motor elétrico DC é constituído por três bobinas e dois ímanes fixos, a corrente vai sendo alternada nas bobinas criando forças de atração e repulsão alternadamente [57, 58].

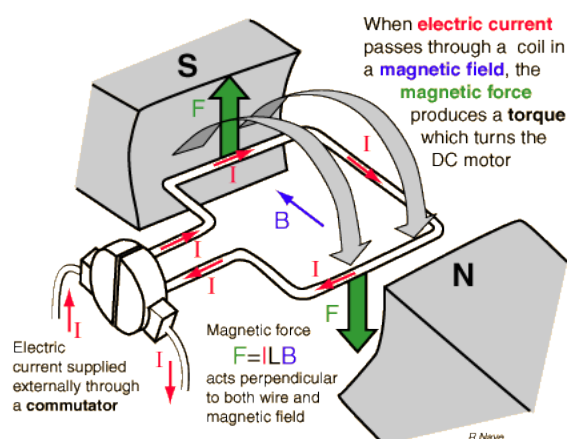


Figura 40 - Esquema de funcionamento de um motor elétrico DC [57]

Dentro dos motores DC existe a escolha entre com ou sem escovas, conhecidos como *brushed* ou *brushless*, respectivamente. O motor com escovas, mais comum, tem como o nome indica duas escovas em dois lados opostos, sendo estas que fornecem a corrente às

bobinas, Figura 41 (a). O motor sem escovas não as tem e monta os ímanes (normalmente mais de 4) à volta do rotor, Figura 41 (b). Esta última solução é mais avançada e complexa, conseguindo-se atingir maior controlo sobre a posição do motor, sendo penalizada no preço. Para aplicação no produto E-Lock foi feita uma pesquisa para pequenos motores DC com escovas, por garantirem o bom funcionamento a um preço significativamente inferior.

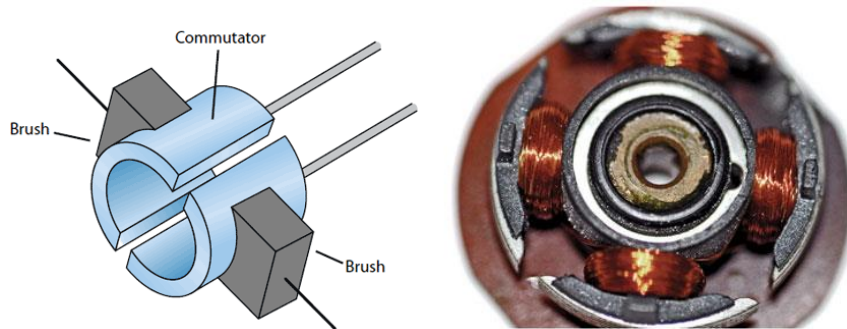


Figura 41 - Comparação de motor com escovas (a) e sem escovas (b) [59]

3.9.2 Estudo de mercado e módulos OEM para motores

O motor escolhido, devido às suas pequenas dimensões e baixa voltagem foi o SF-N30 da empresa SONTH [60] com as seguintes características e dimensões.


Fabricante	SONTH
Modelo	SF-N30
Imagem	
Voltagem	2.5V
RPM	5200
RPM em carga	4220
Corrente	0.015A
Corrente em carga	0.059A
Peso	7.5g

Tabela 18 - Especificações do motor

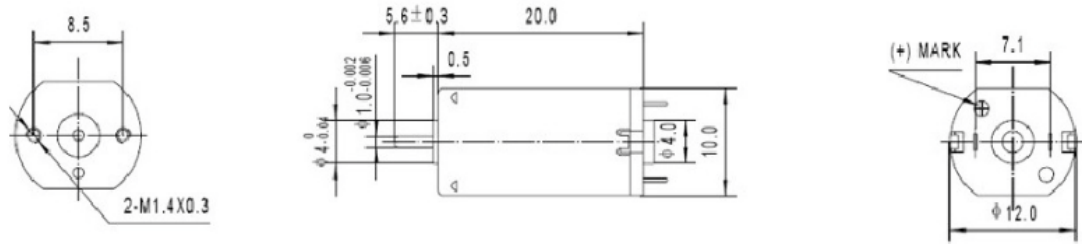


Figura 42 - Dimensões do motor escolhido [60]

3.9.3 Geração de conceitos

3.9.3.1 Conceito A1

O primeiro conceito desenvolvido, de agora em diante designado de “A1”, partiu de uma base em chapa representativa da base do espelho que ficaria encostada à porta, a partir desta seriam colocados todos os elementos necessários ao acionamento. O conceito A1 partiu da ideia em que seria um pino que tornaria solidário ambos os zarelhos, de modo a ligar a quadra ao puxador exterior, Figura 44. A atuação do pino deveria funcionar na posição de repouso do puxador mas também acompanhá-lo durante toda a sua rotação. A solução encontrada foi criar uma gaveta corrediça, Figura 43, que acompanhasse o pino ao longo de todo o seu curso que teria de ser guiada nas suas laterais, de modo a garantir o alinhamento necessário. Outra vantagem da gaveta seria a possibilidade do mecanismo poder sofrer rotação para ambas as direções (permitindo montagens à direita e à esquerda), sendo no entanto necessário garantir a mesma possibilidade para as peças desenvolvidas à posteriori.

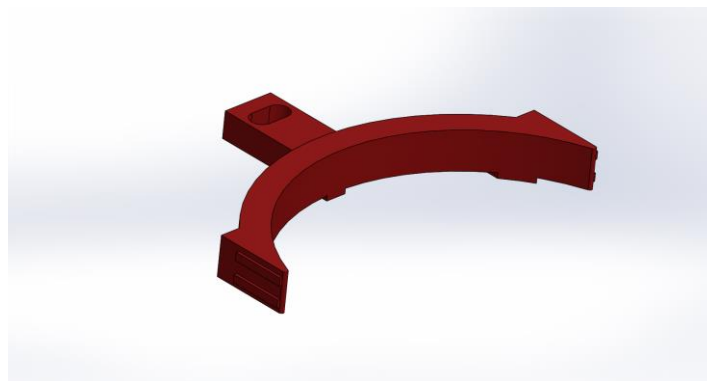


Figura 43 – Gaveta do conceito A1

O acionamento da gaveta foi inicialmente previsto a partir de um braço acionado por um solenoide do tipo *pull*, este sistema permitiria um bom controlo de posições da gaveta, estando limitado pelo curso do solenoide (que inclui uma mola para retorno quando não alimentado), como desvantagem em relação ao motor apresenta-se o seu consumo, pois necessita de estar alimentado enquanto o mecanismo estiver ativo (3.9.1).

Passando à parte do movimento dos zarelhos, Figura 44, um deles teria a função de ativar o botão de posição e o outro o alojamento do pino. Por motivos construtivos a base seria a estrutura de fixação do botão, e este seria atuado pelo zarelho interior (o que liga à quadra, a azul na figura), enquanto que o pino foi colocado, juntamente com uma mola de retorno, no exterior (o que liga ao puxador). O zarelho exterior engloba ainda uma mola, que posiciona o puxador na sua posição de descanso.

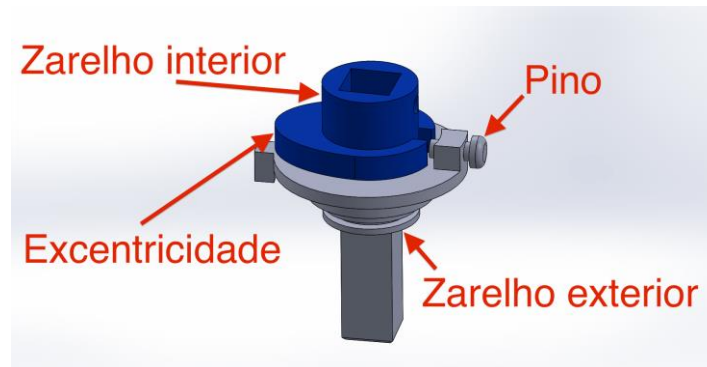


Figura 44 - Zarelhos conceito A

Para a base do mecanismo foi previsto um pino como eixo de rotação do braço e dois castelos de guiamento da gaveta.

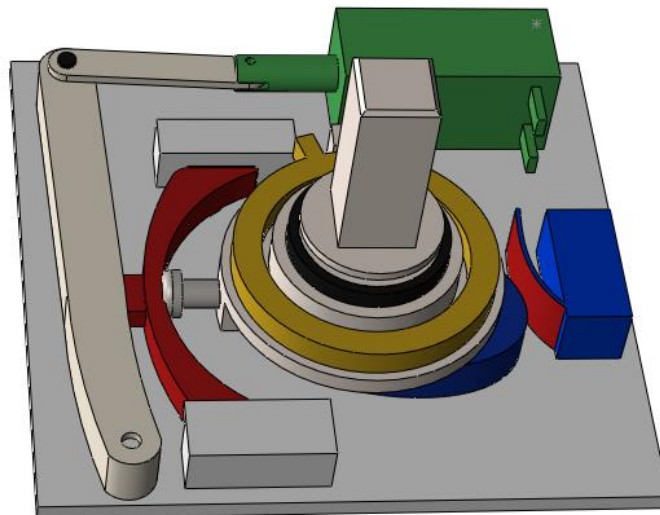


Figura 45 - Conceito A montado

As dimensões deste conceito resultaram em 60mm de largura, 60mm de comprimento e 15mm de altura.

As partes constituintes deste mecanismo, Figura 46, são:

1. Pino do braço
2. Extensão do braço

3. Braço
4. Solenoide
5. Estrutura base
6. Botão de posição
7. Pino de posição
8. Gaveta
9. Zarelho Interior
10. Casquilho
11. Mola exterior
12. Zarelho exterior
13. Mola do pino (não representada)

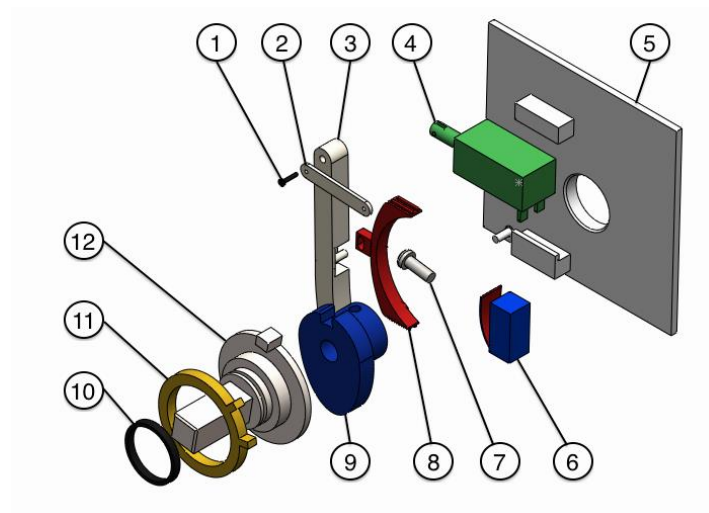


Figura 46 - Vista explodida do conjunto A

3.9.3.2 Conceito A2

O conceito A2 foi o segundo conceito a ser desenvolvido e tal como no conceito A1 a sua base inferior serve como base a todos os seus componentes. Em vez de se optar pela solução do pino foi recortada uma parte do zarelho exterior, tornando-o móvel a partir de um eixo, Figura 47. Para se realizar o engate entre os dois zarelhos seria necessário puxar para o exterior esta parte móvel para se efetuar o engate entre ambas as partes. O retorno é garantido por uma mola ligada ao zarelho e será necessário desenvolver peças simétricas para funcionar do lado inverso.

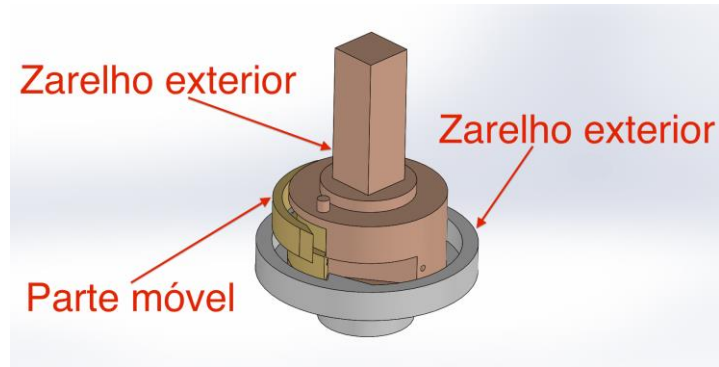


Figura 47 - Zarehos do conceito A2

Para se fazer a ligação entre os dois zarehos aplicou-se um solenoide tipo *pull* ligado a dois braços, sendo o retorno garantido por uma mola presente no próprio actuador. Na figura seguinte mostra-se a montagem do conjunto.

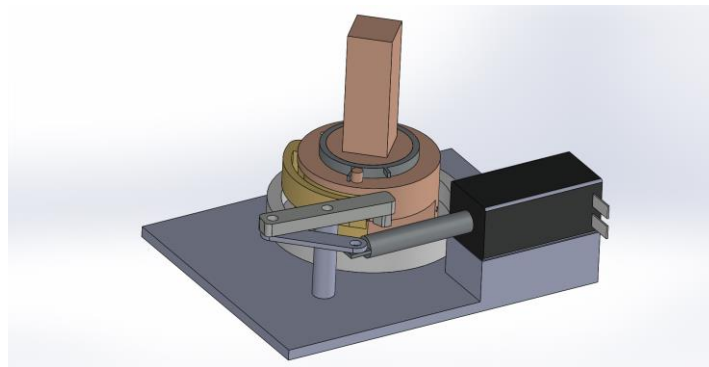


Figura 48 - Conceito A2 montado

As dimensões desta solução são de 50mm de largura, 60mm de comprimento e 17mm de altura.

As partes integrantes são, Figura 49:

1. Solenoide
2. Zarelho interior
3. Estrutura base
4. Barra fina
5. Barra actuadora
6. Parte móvel do zarelho
7. Zarelho exterior
8. Mola

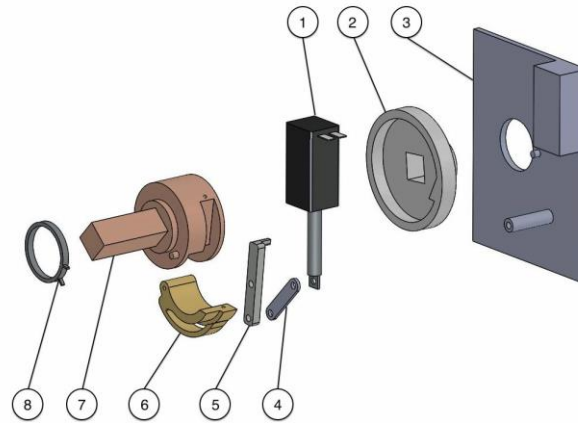


Figura 49 - Vista explodida do conceito A2

Foram realizados pela primeira vez protótipos em estereolitografia, para testar a sua funcionalidade e atravancamento, Figura 50. O conceito demonstrou ser bastante fiável e fácil de atuar, apesar de apresentar uma altura considerável, que poderá ser afinada numa fase de detalhe. O funcionamento unidirecional apresentou-se como a grande desvantagem desta solução, não preenchendo um dos principais requisitos.



Figura 50 -Protótipo em SLA do conceito A2

3.9.3.3 *Conceito A3*

O conceito A3 foi desenvolvido com base no conceito do A1 mas alterando o sistema de acionamento para um pequeno motor DC, tal como ficou decidido no capítulo 3.9.1, onde se aplicou ao motor um sistema de acionamento sem fim-mola. Nesta versão, bastante mais desenvolvida no que respeita à fixação dos seus componentes, é eliminado o botão de posicionamento, Esta decisão foi tomada após discussão com o INOV, que assegurou que a solução com um motor DC permitiria controlar quando o motor estiver em carga ou não, detetando possíveis encravamentos do sistema.

A substituição do sistema “solenoide-braço” por um “motor-sem fim-mola” trouxe algumas implicações, a principal das quais foi a falta de limites de curso da gaveta. Para

solucionar este problema foi criado, nos guiamentos laterais, um fim de curso fixo e um fim de curso montado depois de aplicada a gaveta ao mecanismo, Figura 51.

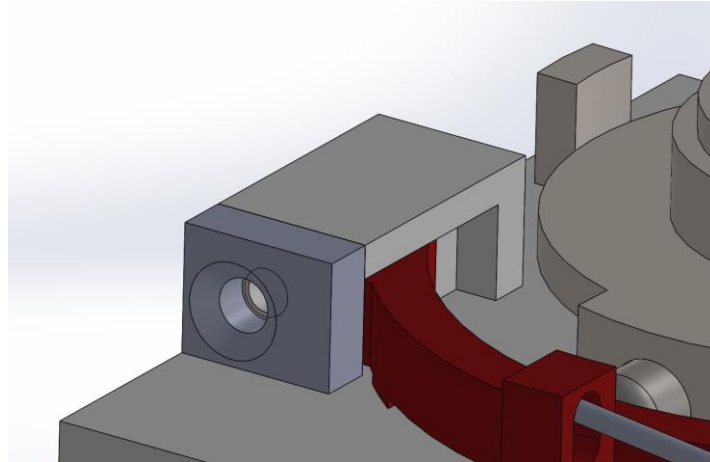


Figura 51 - Pormenor de um dos fim de curso da gaveta

A fixação do motor e do sem-fim, Figura 52, necessitaria agora também de uma caixa específica, concebida em duas partes. Uma das principais preocupações foi a de já tentar reduzir ao máximo a altura total do mecanismo, de modo a que o atravancamento do espelho fosse o mais pequeno possível. Deste modo, a tampa de base do motor surge rebaixada de forma a encaixar num rasgo existente na base. O sem fim utilizado, tal como foi verificado noutras soluções (3.2), não obedece a nenhuma das normas de engrenagens por estar a mover uma mola, que na sua parte de contacto é apenas um arame de aço.

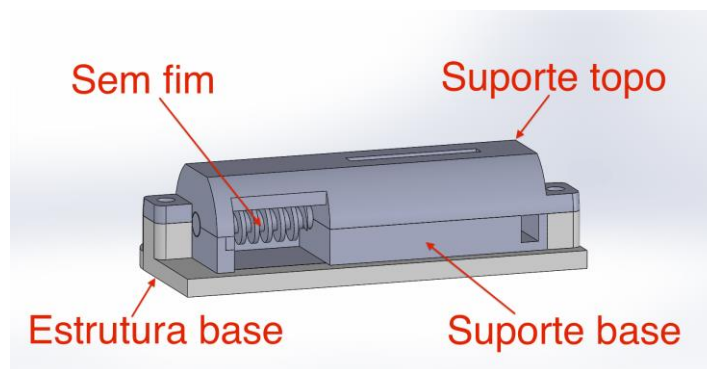


Figura 52 - Motor com suportes e sem fim

As dimensões do conjunto são 46mm de largura, 68mm de comprimento e 11.5mm de altura.

Os componentes integrantes são, Figura 53:

1. Batente esquerdo
2. Gaveta
3. Zarelho interior
4. Estrutura base
5. Mola de atuação

6. Batente direito
7. Estrutura base motor
8. Sem fim
9. Motor
10. Estrutura topo motor
11. Pino de acionamento
12. Zarelho exterior
13. Mola de retorno (não representada)

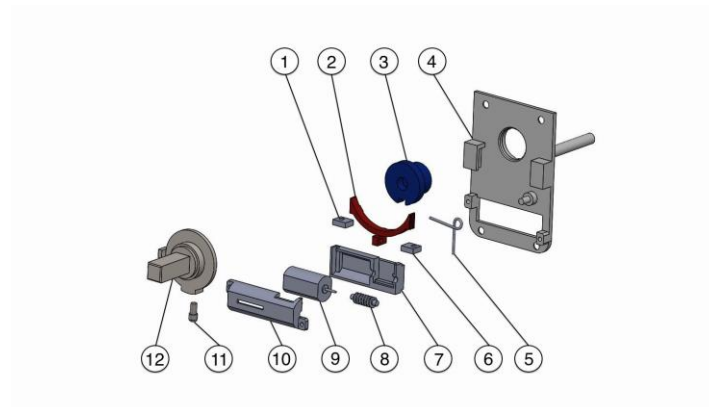


Figura 53 - Vista explodida do conceito A3

O protótipo realizado, Figura 54, visou testar os fim de curso e respectivo escorregamento da gaveta, aparecendo sem o acionamento, e mostrou precisar de algumas correções para impedir o encravamento da gaveta. O engate pino com o zarelho, aplicando uma mola provisória mostrou funcionar dentro das expectativas, não apresentando falhas mesmo após algumas utilizações. O principal inconveniente deste conceito é descrito de seguida, e prende-se com a colocação dos componentes em apenas um dos lados do mecanismo.

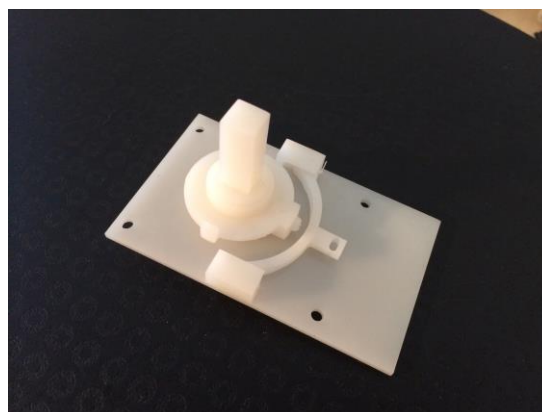


Figura 54 - Protótipo em SLA do conceito A3

3.9.3.4 Conceito A4

Após a tentativa de montagem dos conceitos anteriores na estrutura do espelho, descrita de seguida, verificou-se que no conceito A1, a totalidade dos componentes utilizados estava apenas acima ou abaixo em relação ao zarelho, o que iria resultar em interferência com o espelho do canhão ou criar um elevado volume na parte superior, tirando também coesão visual. Deste modo surge o conceito A4, adaptação do anterior mas com uma melhor distribuição de componentes à volta do Zarelho.

Como solução para o problema descrito foi decidido deixar intactos a gaveta e os seus guiamentos, passando para o lado superior o motor e as suas fixações. Para resolver o problema da criação de uma barreira entre o motor e a gaveta, concebeu-se uma mola em aço de 2mm de diâmetro, passando pela lateral dos zarelhos e guiada do lado oposto, Figura 55.

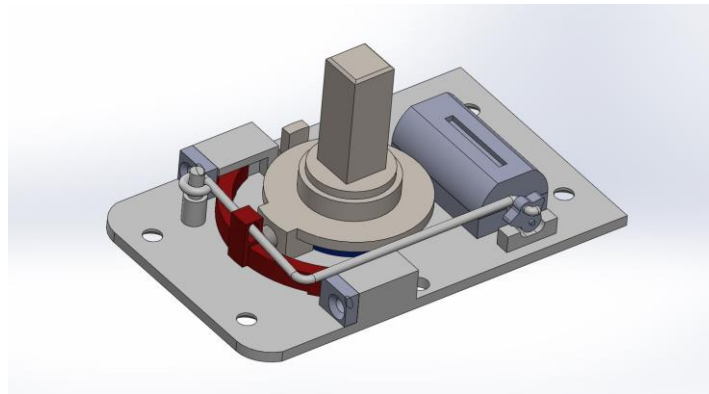


Figura 55 - Conceito D montado

O motor tem acoplado não um sem fim mas um pequeno braço com dois batentes de fim de curso, de modo a puxar e empurrar a mola. As dimensões já ficaram mais distribuídas com uma proporção de 5/6 (24mm e 26mm para cada um dos lados). As dimensões do conjunto são de 62mm de comprimento, 46mm de largura e 11.5mm de altura.

Os componentes que o constituem são, Figura 56:

1. Tampa superior do motor
2. Motor
3. Braço do motor
4. Tampa inferior do motor
5. Estrutura base
6. Batente direito
7. Batente esquerdo
8. Zarelho interior
9. Pino
10. Gaveta
11. Zarelho exterior

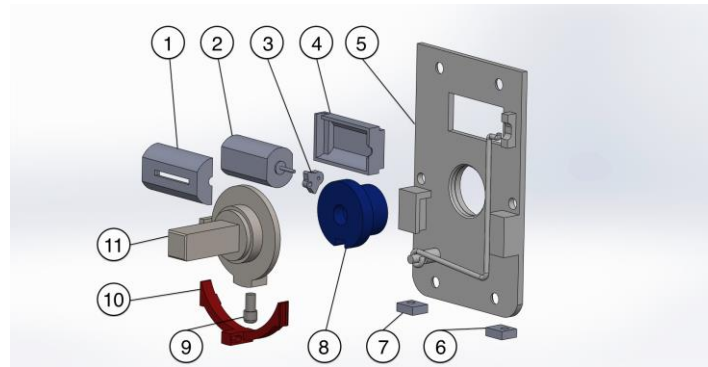


Figura 56 - Vista explodida do conjunto A4

Com o protótipo do conceito A4, Figura 57, procurou-se verificar o correto encaixe das tampas do motor, visto a parte dos zarelhos, semelhante à do conceito anterior, já estar validada. O funcionamento por uma mola de 2mm não foi testado pois não traria fiabilidade ao sistema, sendo demasiado frágil.



Figura 57 - Protótipo em SLA do conceito A4

3.9.3.5 Conceito A5

Pensando depois na facilidade de montagem do mecanismo na estrutura do espelho, analisada no capítulo 3.10, desenvolveu-se uma solução que permitisse a sua montagem ao contrário, sendo deste modo o zarelho exterior a estar apoiado numa base. Para além da alteração da solução construtiva, o método de acionamento foi também alterado, partindo-se para uma solução mais precisa, recorrendo-se desta vez a pequenas engrenagens.

A solução criada passou pelo crescimento da gaveta pelas laterais dos zarelhos, de modo a aproximá-la do motor e a aumentar o seu guiamento. Um dos problemas criados pela montagem inversa verificou-se no acionamento do pino em que este, estando em linha com o zarelho interior, ficou demasiado elevado para ser acionado diretamente pela gaveta. Para solucionar este problema aumentou-se a altura desta na zona de contacto. Num dos braços da gaveta foi criada uma cremalheira de dentes rectos, para transformar o movimento rotacional do motor num movimento linear. ina

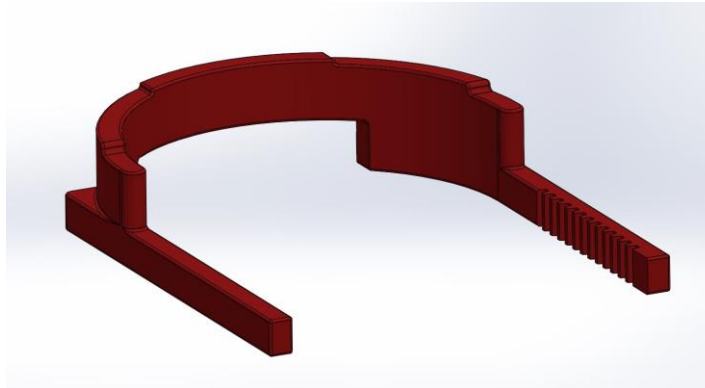


Figura 58 - Novo conceito de gaveta

Numa primeira fase foram analisados vários métodos para a ligação direta entre o motor e a gaveta, alterando a cremalheira para a parte superior e dotando o motor de uma engrenagem, Figura 59. No entanto, após uma análise mais detalhada verificou-se que para o curso de gaveta existente (3mm) as rotações do motor seriam demasiado reduzidas. Desse modo procedeu-se à modelação de um sistema que incorporasse uma roda de coroa dupla que permitisse aumentar as rotações necessárias ao motor. O número de dentes adoptado foi de 10 para a engrenagem, 38 para o topo da roda e 16 para a parte de baixo, sendo a redução total de 0,625, Figura 60.

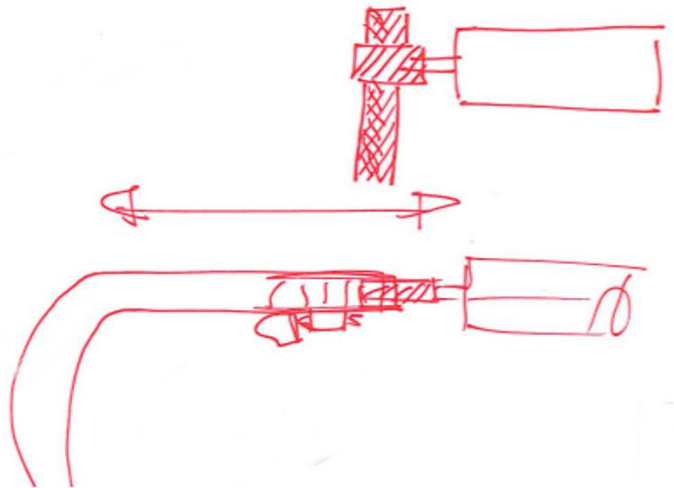


Figura 59 - Estudo de engrenamentos

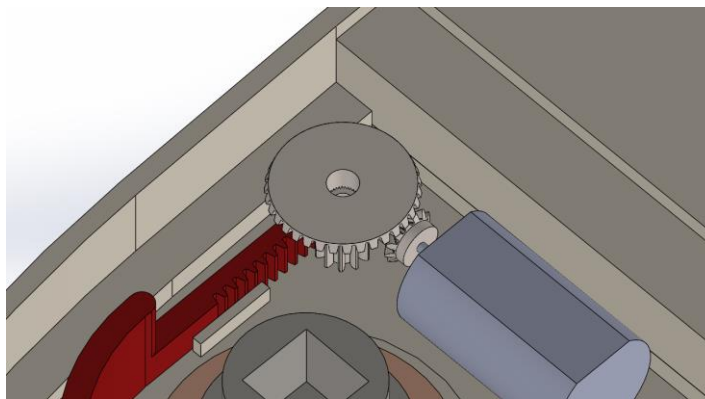


Figura 60 - Primeira fase de modelação do conceito A5

Esta solução não garantia, no entanto, que após o engrenamento do sistema a gaveta continuasse na sua posição superior. O peso próprio, aliado à força da mola do pino poderia fazer com que o sistema se desengrenasse, obrigando assim a que o motor estivesse em esforço durante o tempo de espera. Para contornar este inconveniente foi aplicado, ao invés da engrenagem do motor, um sem fim. O conjunto “sem fim-roda” apenas permite o movimento do lado do sem fim, que devido ao ângulo do seu dentado, bloqueia qualquer tipo de movimento vindo da roda. Devido à complexidade do engrenamento desta solução, no qual é necessário garantir um funcionamento sem interferência, foi decidido não realizar nenhum protótipo até escolha do mecanismo final.

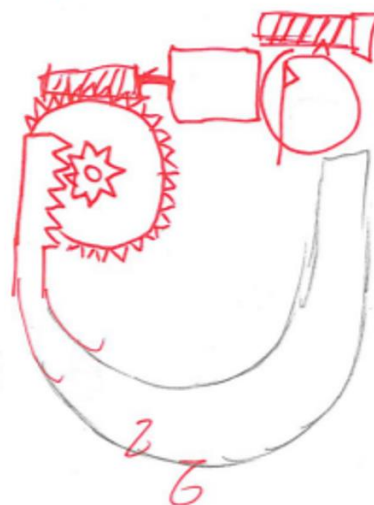


Figura 61 – Primeiro esboço do novo engrenamento

Uma gaveta com um comprimento nas suas laterais tão elevado precisa de ser guiada da melhor forma possível para que não haja qualquer tipo de torção ou encravamento durante o seu movimento. Para tal foram estudadas duas soluções, apresentadas na Figura 62, em que a 1 utilizaria um carril interior e a solução 2 um carril exterior. Após reunião na empresa ficou decidida a aplicação do guiamento 2, pela maior facilidade em ser incluída na estrutura base e maior garantia de um bom funcionamento.

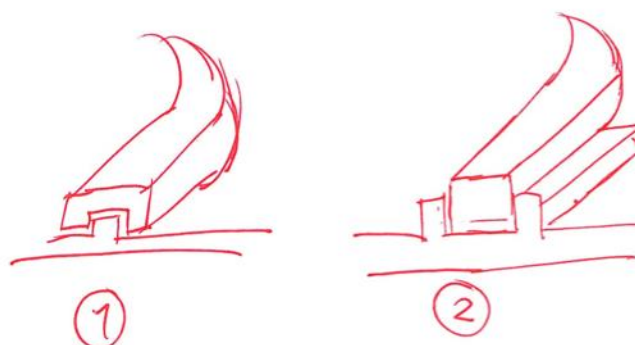


Figura 62 - Estudo de guiamentos para a gaveta

3.9.3.6 Seleção de conceitos

A geração de conceitos foi feita sequencialmente, partindo de conceitos mais básicos e evoluindo para soluções mais complexas, após *feedback* da empresa e percepção de falhas dos anteriores. Para validar o conceito mais favorável foi criada a seguinte tabela de comparação e classificação de cada um dos conceitos. Na classificação foi utilizada a seguinte terminologia: o “+”, representativo de uma classificação positiva, o “0” representando um nível intermédio e um “-“ se a classificação for negativa. Para o resultado final foi calculada a diferença entre os positivos e os negativos.

Critérios de seleção	Conceito				
	A1	A2	A3	A4	A5
Funcionamento bidirecional	+	-	+	+	+
Número de peças	-	0	0	+	0
Atravancamento	-	-	+	+	+
Facilidade de montagem	0	0	-	+	+
Solução mais fiável	+	+	0	-	+
Positivo	2	1	2	4	4
Médio	1	1	3	0	1
Negativo	2	2	1	1	0
Resultado	0	-1	1	3	4
Classificação	4º	5º	3º	2º	1º

Tabela 19 - Comparação entre os conceitos de modulo de acionamento

O conceito com melhor classificação é, como seria de esperar, o conceito A5. Será este conceito que será desenvolvido para aplicação no produto, descrita no capítulo 4.2, estando ainda por decidir o tipo de montagem que será aplicada, pela parte inferior ou superior do espelho, 3.10.

3.10 Modulo estrutural

Como analisado no capítulo anterior, os módulos de acionamento mecânico podem ser montados na base que fica junto à porta ou numa junto da zona exterior do espelho. Ambas as soluções teriam de responder às seguintes solicitações:

- Proteção contra arrombamento
- Resistência à força do puxador consoante a norma EN1906:2002
- Montagem facilitada

Foi a partir destas especificações que se começou a desenvolver os conceitos estruturais dos espelhos. Uma das especificações dadas pela empresa foi tentar igualar ao máximo os espelhos de ambos os lados da porta, para reduzir o número de peças necessárias e assim reduzir os custos de fabrico e de montagem. Assim sendo, a zona lateral fará parte da base enquanto que a tampa será apertada nesta. De seguida, na Figura 63 está demonstrado o tipo de construção a ser adoptado.

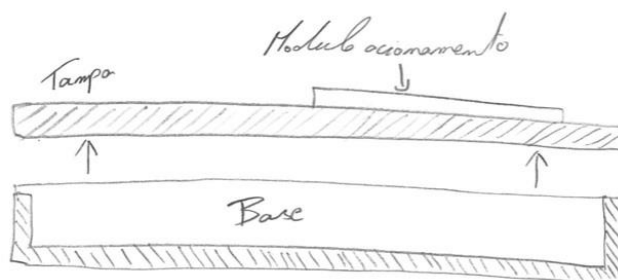


Figura 63 – Esquiza do método de construção realizado durante reunião na empresa

3.10.1 Geração de conceitos

3.10.1.1 Conceito B1

Numa primeira fase equacionou-se a montagem do mecanismo na base da estrutura, seria aqui que estariam montados os atuadores, o zarelho interior e a gaveta. No entanto, em termos de montagem, não seria indicado manter o zarelho exterior apenas apoiado na tampa exterior pois a montagem seria muito mais dificultada. Surgiu portanto um conceito em que o módulo de acionamento seria totalmente à parte tendo a sua própria base e ainda uma chapa superior que serviria não só para proteção contra arrombamento como permitiria também ter o módulo totalmente assembled antes de o montar na base do espelho. Foi feito um teste de montagem na modelação 3D com o conceito A4, apresentado na Figura 64, por ser aquele que apresenta a melhor distribuição dos seus componentes bem como já tendo sido desenvolvido com uma base inferior. Sendo um módulo totalmente à parte poderá ser montado em espelhos totalmente diferentes, sendo apenas necessário o mínimo de adaptação.

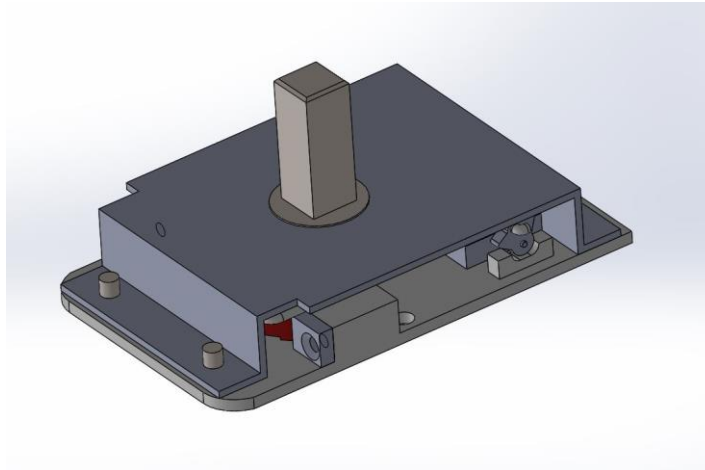


Figura 64 - Chapa montada no conceito A4



Figura 65 – Conceito B1

3.10.1.2 *Conceito B2*

Um outro conceito, já pensado quando o conceito A5 do mecanismo foi desenvolvido, foi o de montar o mecanismo pelo topo (zarelho exterior), tendo a estrutura base então de sofrer modificações. Passaria a fazer uma espécie de “S”, como pode ser visto na Figura 66, aplicando uma chapa para servir de suporte. A vantagem deste conceito é o de facilitar a montagem e ao mesmo tempo reduzir o numero de peças.

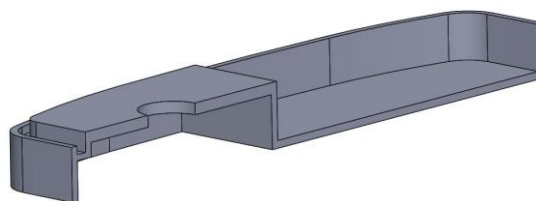


Figura 66 - Vista em corte do conceito B2

3.10.1.3 *Seleção de conceitos da estrutura*

Critérios de seleção	Conceito		
	B1	B2	
Facilidade de montagem	0	+	
Número de peças	0	0	
Proteção contra arrombamento	0	+	
	Positivo	0	2
	Médio	3	1
	Negativo	0	0
	Resultado	0	2
	Classificação	2º	1º

Tabela 20 - Comparação de conceitos para a estrutura base

O conceito escolhido foi o B2 devido à maior facilidade de montagem, maior resistência e melhor proteção contra arrombamento.

3.11 Módulo de interface visual

A aparência exterior dos espelhos é um dos principais fatores de decisão de compra da parte do cliente, pelo que esta terá de ser moderna, durável, transmitir sensação de segurança e ainda ter o menor atravancamento possível. Este último terá mais importância nas afinações finais do desenho, pois está dependente das medidas necessárias para o correto funcionamento do mecanismo, encaixe das baterias e placas de controlo.

Da análise das soluções concorrenciais consideradas mais avançadas em termos de conceção de produto, das quais a Figura 67 apresenta alguns produtos exemplificativos, deverá reter-se as seguintes orientações para o *design* de fechaduras eletrónicas:

- **Simplificar:** Quaisquer estratégias que permitam manter o desenho simplificado, devem ser privilegiadas. A título de exemplo, no modelo Ezon da Samsung, (a), modelo que incorpora autenticação de teclado e RFID, a superfície exterior do espelho é contínua, sem nenhum quebra ou saliência.
- **Ocultar:** Mais do que soluções minimalistas, procuram-se soluções práticas e inteligentes, que favoreçam sobretudo a coesão visual e o enquadramento no contexto arquitectónico envolvente, reduzindo o impacto visual, (b). Como apontado anteriormente, a interface *Keypad* com *touch screen* vai também ao encontro deste ponto, ao permitir que quando em modo *standby*, todo o teclado esteja invisível;
- **Combinar:** Como referido, os modelos mais atuais comercialmente disponíveis permitem combinar tecnologias de autenticação (ex: Biométrica-*Keypad*, *Keypad*-RFID), (c). Para além do elevado potencial de diferenciação, estas combinações permitem um maior nível de segurança, apesar de desafiarem o atravancamento;
- **Customizar:** Através da arquitetura modular dos conceitos, a exemplo da proposta Schlage, (d), a customização é favorecida mantendo uma mesma base de suporte

preparada para integrar diferentes módulos de interface, associados a diferentes tecnologias de autenticação (RFID, RFID-*Keypad*, leitura de banda magnética, leitura de banda magnética-*Keypad*, ou *Keypad*);

- **Facilitar a instalação:** Fator determinante no processo de seleção, sobretudo na venda a retalho.



Figura 67 - Exemplos de produtos demonstradores do conjunto de orientações construtivas apontadas

Numa primeira fase foram cortadas várias placas de EPS (esferovite) com várias medidas e feitios, de modo a perceber o impacto que um espelho de dimensões superiores teria na porta. Começou-se por placas de grandes dimensões que incorporassem também o espelho do canhão, já presente na porta. No entanto o atravancamento deste seria demasiado elevado, bem como o facto do entre-eixo variar consoante as portas, fazendo com que fosse necessário algum tipo de modificação antes da montagem. Após discussão com os responsáveis da empresa ficou decidido deixar esta solução de lado e partir para uma solução independente, montável no maior número de portas possíveis.

Seguiu-se então o corte de placas de dimensões mais reduzidas, Figura 68, com várias larguras e formas, fazendo-se desenhos em algumas destas e um furo para o puxador, de modo a simular o mais realisticamente possível o impacto que teria.



Figura 68 - Cortes em EPS

O simplismo visual foi escolhido em detrimento de uma solução mais recheada e tomando em consideração o tipo de montagem pretendida, foi encontrado um objeto existente no mercado no qual o desenvolvimento do aspecto exterior foi baseado, o “*Magic Mouse*”, rato de computador fabricado pela empresa *Apple*, apresentando um desenho depurado, transmitindo ao mesmo tempo qualidade e inovação. A base é de alumínio anodizado e existe uma folga de 1,5mm entre esta e a tampa de utilização do rato. Este espaço é uma boa solução para o acabamento a ser dado entre a tampa e base, evitando não só problemas nas folgas entre as duas peças, como ajuda a tirar dimensão visual ao espelho, fazendo-o parecer mais fino. A tampa de controlo do rato é feita a partir de uma placa de PC (policarbonato) transparente com uma camada branca aplicada na parte de baixo, conferindo-lhe alguma tridimensionalidade. A utilização de PC na tampa do espelho confere um aspecto moderno, sendo bastante resistente aos riscos e permitindo ainda passagem informação na utilização de um teclado capacitivo e de uma antena *RFID*.



Figura 69 - *Magic Mouse* da *Apple* [61]

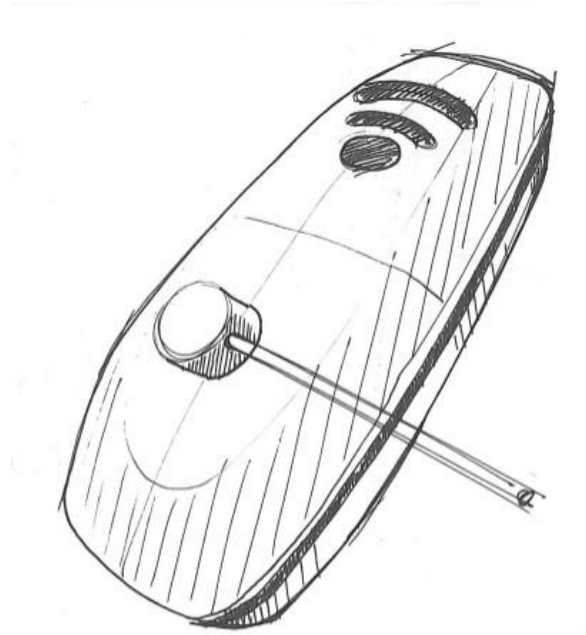


Figura 70 - Primeiro esboço da aparência exterior

A primeira ideia para o formato exterior foi a de uma base rectangular, com uma menor largura junto dos topos, com os cantos arredondados e com uma tampa com uma concavidade virada para o exterior, sendo a parte mais alta a que se encontra no centro. Sendo a tampa curva, esta deverá sofrer modificações para a aplicação da tecnologia do teclado, pois a sua sensibilidade depende da distancia de acionamento, que ao ser curvo a sensibilidade das teclas centrais seria diferente da das teclas laterais, o que não seria vantajoso.

Construiu-se mais um modelo em EPS, desta vez com muito mais definição, com aplicação da tecnologia de teclado numérico e já com o que se pensava que seriam as dimensões mínimas do espelho, considerando as dimensões da placa de teclado escolhida. Após discussão com os responsáveis da empresa foi dada luz verde para avançar com a modelação destes componentes. Este modelo, bem como a modelação da primeira base apresentam uma altura de 155mm por 57mm de largura e 18mm de altura na zona mais espessa.



Figura 71 - Modelo em EPS

Numa primeira fase foram realizados os contornos exteriores da base, Figura 72, criando depois a forma em “S” do conceito B2 para receber o mecanismo, Figura 73.

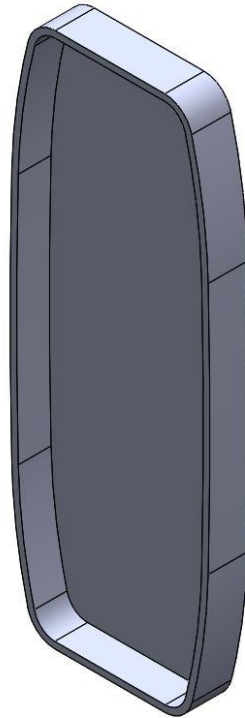


Figura 72 - Primeiro modelo da base



Figura 73 - Vista em corte da base, preparada para o modelo B2

Em relação à tampa, a primeira a ser desenhada foi a mais simples, a do espelho do lado interior, com uma superfície contínua e simétrica. Após o desenho dos contornos exteriores foram feitas várias linhas em planos paralelos e perpendiculares de modo a garantir uma superfície o mais perfeita possível, Figura 74, que foram depois verificadas a partir da vista “Zebra Stripes” que indica a existência ou não de quebras na superfície, Figura 76.

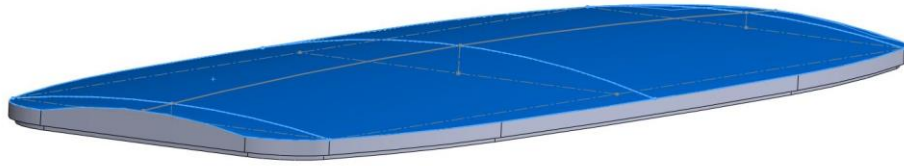


Figura 74 - Linhas para a superfície exterior

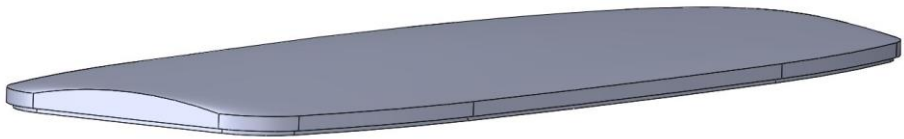


Figura 75 – Superfície final da tampa

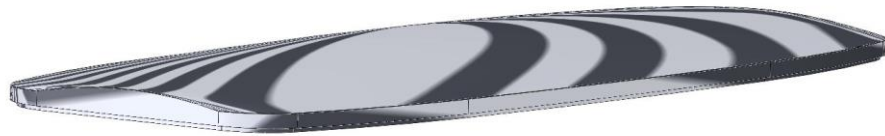


Figura 76 - Análise de quebras da superfície da tampa

Para a tampa com sistema de teclado foi necessário, como já indicado anteriormente, alterar a parte superior da superfície, onde estará colocado o teclado, de modo a que a espessura seja a mesma em todas as teclas e ao mesmo tempo facilitar a interface com o utilizador.

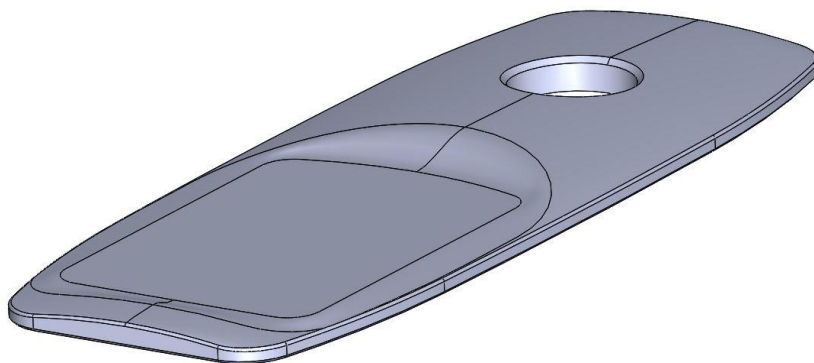


Figura 77 - Resultado da tampa para teclado

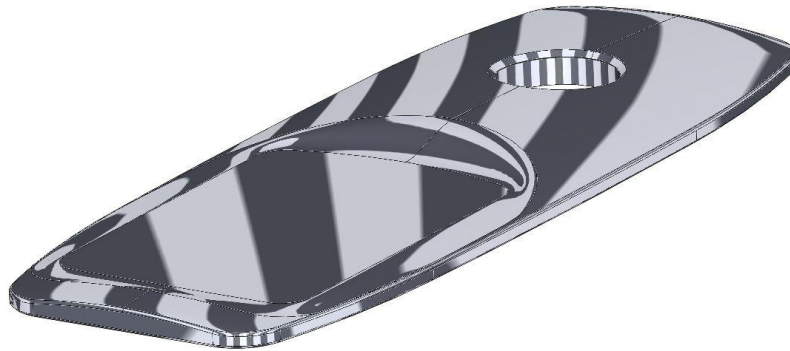


Figura 78 - Análise da superfície para tampa com teclado

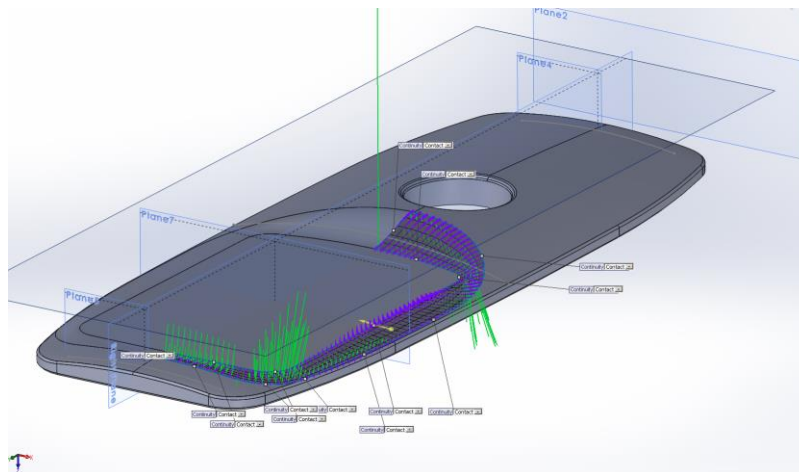


Figura 79 - Análise da continuidade da superfície para tampa com teclado

Após a análise e verificação da continuidade de todas as superfícies, Figura 78 e Figura 79, foi realizado um *render* com a base e a tampa montados assim como um puxador, de modo a ser apresentado à empresa para ser validado.



Figura 80 - Render da solução apresentada

A solução foi apresentada durante uma reunião em Águeda, na sede da empresa, onde se fez um ponto da situação da evolução do projeto. No global o conceito foi bem recebido tendo recebido vários elogios, no entanto surgiu uma questão sobre a dimensão da área de policarbonato. Segundo os responsáveis da empresa, o facto da tampa ser integralmente feita em PC retiraria um pouco a perceção de segurança e facilitaria o arrombamento do espelho para posterior abertura da porta. Esta crítica foi entendida pela equipa do INEGI e foi logo proposta uma solução que permitisse um melhor compromisso com a segurança. A solução apresentada foi de dividir a tampa em duas partes, a de interface (acima do puxador) continuaria em policarbonato, podendo ser adaptada à tecnologia desejada, enquanto que o resto da tampa seria feita no mesmo material da base e seria igual para as três tecnologias. Em relação à tampa que fica no lado interior da porta nada foi alterado em relação ao desenho mas apenas se decidiu que seria mais uma vez feito no mesmo material da base. Estando o desenho do espelho validado não foram efectuadas modificações às superfícies, tendo sido apenas dividida em duas peças separadas, Figura 81 e 82.

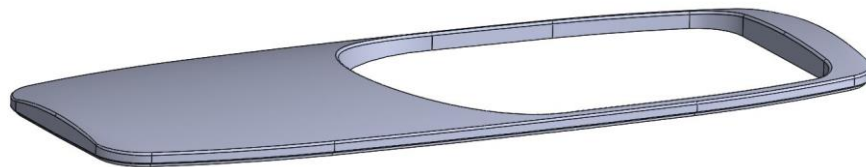


Figura 81 - Tampa 1

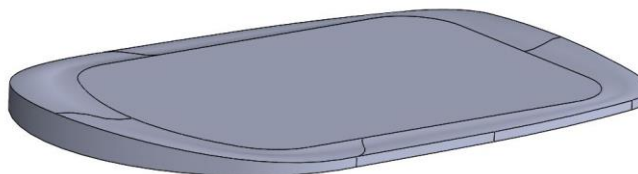


Figura 82 - Tampa 2

Esta solução foi apresentada na reunião seguinte realizada novamente em Águeda, mostrando o render da Figura 83, que foi validada pelos elementos da empresa. Procedeu-se então à afinação final dos espelhos, nomeadamente a aplicação das tecnologias, montagem das peças e a afinação final das dimensões e das peças finais, descrita no capítulo seguinte.



Figura 83 - Render da segunda solução

Para a interface visual do modelo biométrico foi feito um estudo do melhor ângulo do leitor para o utilizador. Para tal foram recortadas numa placa de EPS rampas com diferentes inclinações tendo esta sido colocada numa parede, ao nível comum de um puxador, procurando-se perceber qual seria a mais indicada, tentando chegar a um compromisso entre facilidade de leitura e aplicabilidade no espelho. Se o ângulo, medido em relação ao plano vertical, fosse muito elevado a incorporação numa tampa com as mesmas dimensões exteriores das desenvolvidas anteriormente não seria fácil e tornaria o produto pouco interessante visualmente. O valor que representaria um melhor compromisso foi definido como sendo de 30°.



Figura 84 - Teste de inclinação do leitor biométrico

No entanto após o início da modelação da nova tampa verificou-se que o ângulo de 30° era um pouco elevado para a realização de uma boa superfície na área de tampa disponível, quebrando a continuidade entre a tampa de leitura e a tampa metálica. Foi possível realizar uma superfície com a continuidade desejada com um ângulo de 26° , que após realização de novos testes mostrou ser muito semelhante ao de 30° .

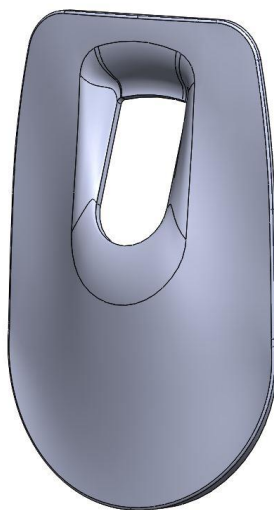


Figura 85 - Tampa biométrica

4 Conceitos de montagem e fabrico

4.1 Montagem dos componentes

Pretendendo manter as duas bases, do espelho exterior e interior iguais, estas devem estar preparadas para receber os respectivos componentes tanto do módulo exterior como do interior. Como referido anteriormente (3.3), na base interior ficará o suporte das pilhas e a placa de programação, enquanto que do lado exterior ficará o PCB e a tecnologia de autenticação escolhida. Os componentes foram todos colocados na base sem serem feitas fixações, apenas para se realizar um primeiro ajuste das dimensões mínimas desta, sem que houvesse interferência e deixando sempre uma folga de no mínimo 1mm. Os primeiros castelos de fixação a serem definidos foram os da caixa das pilhas, colocados na posição mais baixa possível, de modo a deixar espaço para a placa de programação. Uma das preocupações desta fase foi também pensar no modo de aperto do espelho à porta, em que teria de ter dois furos para aperto (ou fixação, dependendo das bases).

Partindo-se da base foram definidas as dimensões dos raios exteriores bem como da largura e altura total, sendo estas últimas de 61mm e de 164mm, respectivamente. A espessura da base de contacto com a porta, bem como das paredes laterais foi fixada em 2mm, tendo estas ultimas uma altura de 10mm, correspondendo a 12mm de parede exterior.

4.1.1 PCB e a placa de programação

Os componentes que impuseram a volumetria foram o PCB e a placa de programação, cuja dimensão final foi definida pelo INOV, responsável pela sua projecção. Chegou-se a uma solução final, para a disposição destes componentes, enviada pelo INOV e que pode ser vista nas seguintes figuras.



Figura 86 - Solução proposta pelo INOV

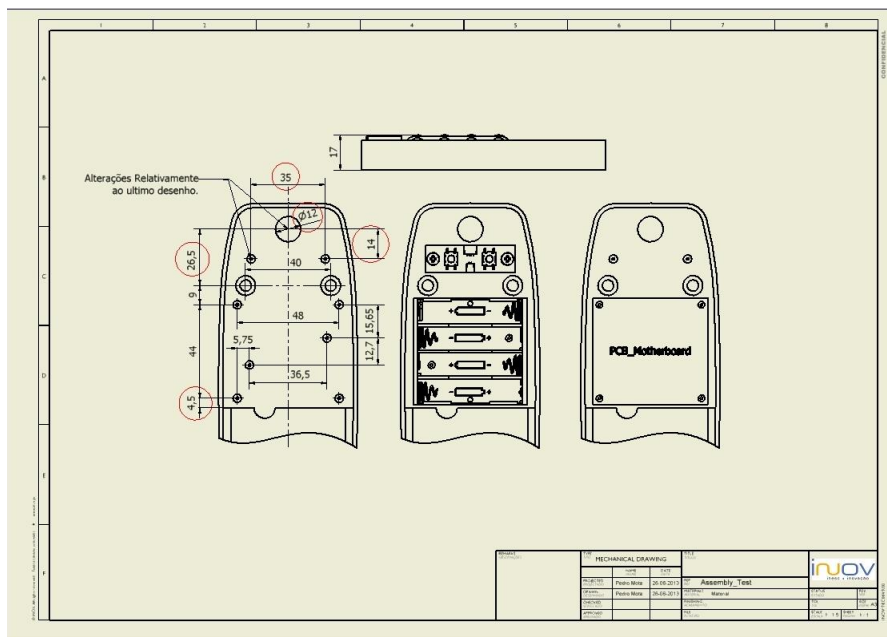


Figura 87 - Solução proposta pelo INOV - dimensões

As dimensões inicialmente previstas para a base mostraram-se compatíveis com a solução apresentada e não foi necessário fazer mais nenhum acerto. O furo de passagem dos cabos entre espelhos foi também definido como tendo 12mm de diâmetro para facilitar a passagem de um conector com 7x3mm e foi colocado na parte superior do espelho. A placa PCB foi indicada como tendo uma dimensão de 50x54mm e espessura de placa de 1.2mm.

Em relação à altura dos castelos de fixação, esta não tem interferência com as placas aplicadas, apenas com a caixa das pilhas devido à sua generosa altura. A dimensão disponível no interior numa primeira fase foi de 14.50mm e aplicando o castelo mais pequeno possível (de 1mm de altura), estariam disponíveis para instalação 13.5mm. Como pode ser visto no capítulo 3.7, a altura da caixa é de 13mm, deixando uma folga de apenas 0.5mm. Para a alargar foi criado na tampa exterior um rasgo de 0.5mm de profundidade, Figura 88.

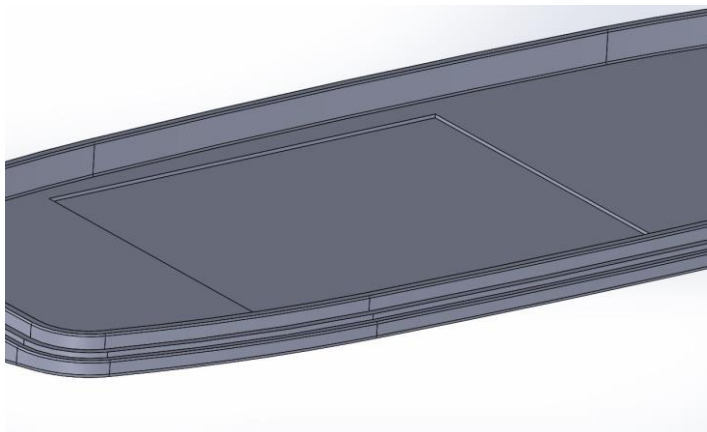


Figura 88 - Rasgo na tampa interior

4.1.2 Tampas

Na mesma reunião em que foi validado o segundo conceito da interface visual, ficou também decidido o aproveitamento da tampa em PC do teclado para ser utilizada como tampa para a tecnologia RFID. A única diferença seria o *lettering* aplicado, em que no caso do RFID não teria a indicação numérica mas antes um símbolo de sistema sem fios. Esta opção permite reduzir custos de produção fazendo apenas uma peça que serve então duas tecnologias.

Uma das preocupações em relação à montagem das duas peças foi a de simplificar ao máximo o processo de montagem e ao mesmo tempo garantir a segurança contra tentativas de intrusão. A solução encontrada foi a de a montagem ser feita pela parte de fora, tal como uma tampa comum, com dois guiamentos na parte de baixo (Figura 89) para engate inferior, mas com um engate superior feito por dois ganchos (Figura 90). Estes foram dimensionados para uma montagem justa e relativamente forçada (será preciso recorrer à flexão da placa para se efetuar a montagem) sendo impossível ser retirada pelo exterior. Para assentar a tampa e impedir a sua flexão para o interior quando se pressionar as teclas ao inserir o código, foi criado na tampa 1 um rebordo para assentar a tampa 2 de ambos os lados, Figura 91. A tampa biométrica apresenta o mesmo tipo de encaixe, sem qualquer tipo de modificação.

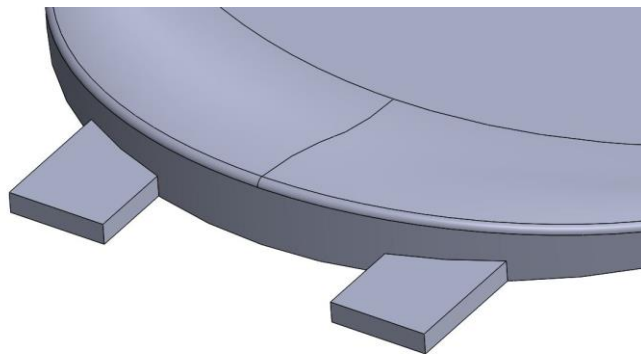


Figura 89 - Guiamentos inferiores

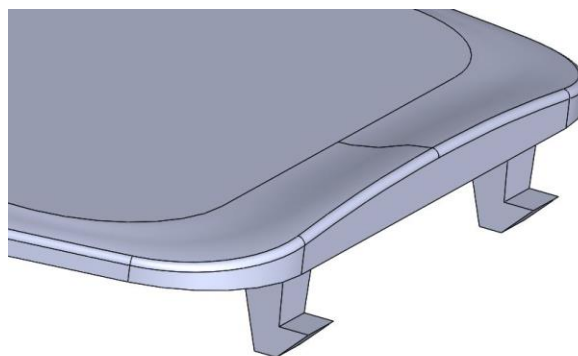


Figura 90 - Ganchos superiores

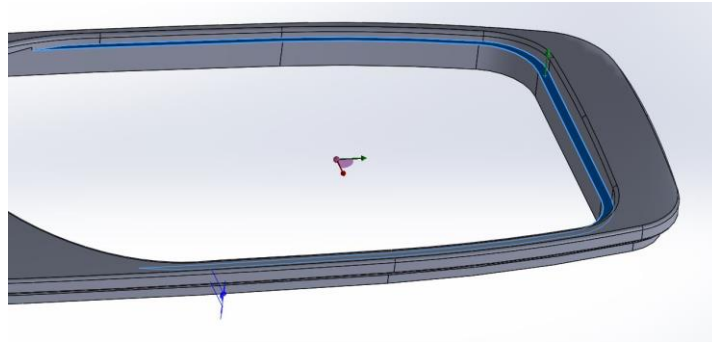


Figura 91 – Tampa 1 com base de apoio da tampa 2 a azul

4.1.3 Teclado

O componente escolhido para o teclado capacitivo, 3.6.1, MPR121 da Sparkfun, é uma placa rectangular com um furo em cada extremidade para fixação e 5 furos que permitem fazer a ligação a outra placa. De modo a garantir a melhor sensibilidade possível, a espessura da tampa foi fixada em 2mm na zona plana de contacto e encostou-se a placa à tampa. Para fixar o teclado nessa posição foram previstos 4 pinos, correspondentes com os furos da placa, para uma fixação justa e sob pressão, prescindindo de outro tipo de bloqueamento. Na zona de ligação dos fios criou-se um corte rectangular, com 1mm de profundidade de modo a garantir o encosto total da placa, mesmo com possíveis restos de soldadura dos fios.

Para a fixação dos led's, de 3mm de diâmetro, criaram-se dois castelos de 2.5mm de altura, de profundidade 3.5mm e com um diâmetro interior de 3mm para garantir uma fixação dos led's sob pressão a partir do interior. Para evitar o problema destes saírem do seu local de fixação através de pressão exercida pelo exterior, o furo exterior por onde passa a luz tem apenas 1.5mm. Deste modo torna-se a fixação dos led's inviolável em condições normais bem como se diminui o impacto destes no desenho da fechadura. Testes efectuados com uma placa impressa em STL e pintada de branco permitiram comprovar que o furo de 1.5mm é suficiente para alerta visual.

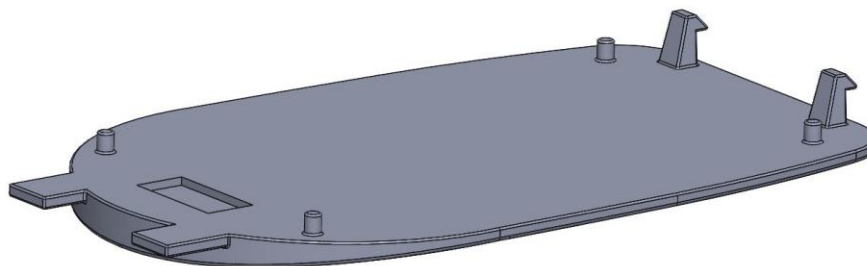


Figura 92 - Fixações inseridas na tampa

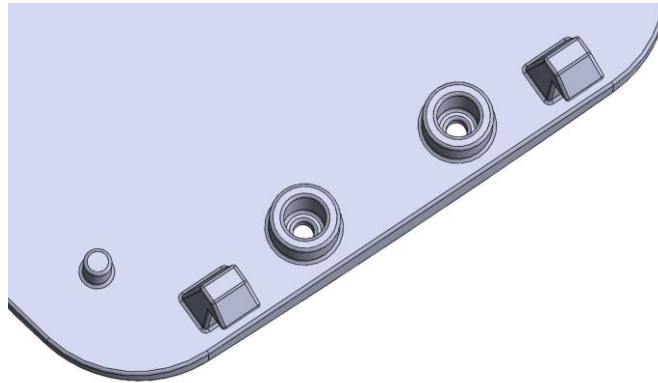


Figura 93 - Castelos para fixação dos led's

4.1.4 RFID

O módulo RFID escolhido, SL030 da StrongLink, não vem preparado com qualquer modo de fixação, sendo necessário fazer um suporte à medida para o manter o mais próximo possível da tampa de PC. Deste modo foi criada uma caixa oca, com 2mm de espessura de parede e com 5mm de altura na qual é feito o encaixe da placa eletrônica. Um batente em cada um dos cantos impede que esta atravesse por completo o suporte, estando ainda previsto o reforço do posicionamento com silicone para prevenir que esta saia da sua posição mesmo com a força do bater da porta. Para manter o suporte o mais perto da tampa possível desenharam-se 4 bases, uma em cada lateral, apertando nos furos já existentes. Duas das bases utilizam furos da placa PCB, outra utiliza um dos furos da caixa das pilhas (estes últimos deverão ter um comprimento superior) e o último aproveita o castelo previsto para a placa de programação. Foi ainda previsto um rasgo caso haja a necessidade de remover a placa do seu suporte.

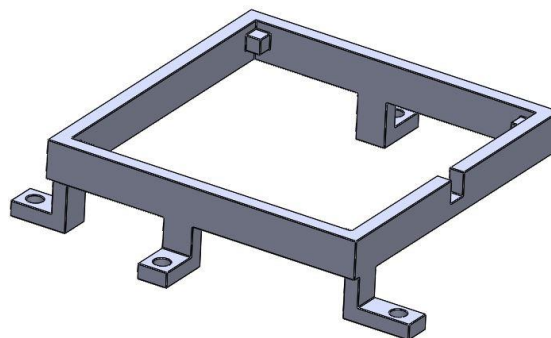


Figura 94 - Suporte da placa RFID

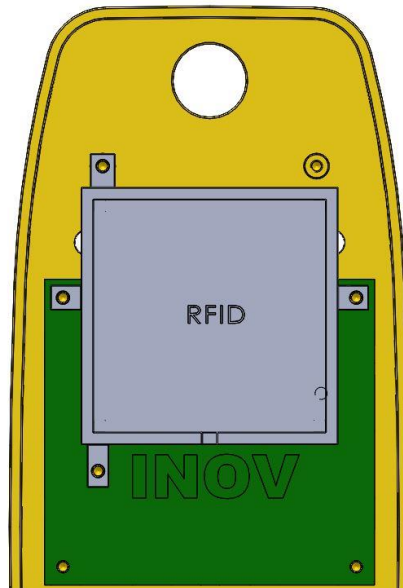


Figura 95 - Montagem do sistema RFID na base do espelho

4.1.5 Biométrico

Em relação ao módulo biométrico foi necessário prever uma fixação para o leitor, outra para a placa que integra o módulo e ainda o posicionamento do botão de poupança de energia. Começou-se pelo leitor, que deveria ser montado pelo lado interior, para depois receber um suporte inferior com folga para permitir o acionamento do botão. O espaço disponível, devido à zona de leitura entrar parcialmente na base, é um pouco reduzida para aplicação do botão. A fita que liga o leitor à sua placa não é muito comprida, tornando obrigatória a sua colocação solidária com a tampa, para maior facilidade de montagem.

A solução encontrada foi a de colocar tanto o botão como a placa de controlo, no suporte do leitor, deste modo seria necessário o fabrico de apenas mais uma peça e facilitaria as operações de montagem. Na Figura 96 apresenta-se uma vista em corte da montagem, com o leitor a azul, o botão a laranja, a placa a cinzento e a base a verde.

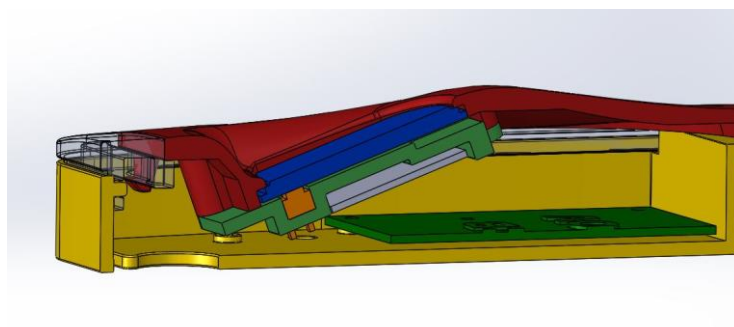


Figura 96 - Vista em corte da montagem biométrica

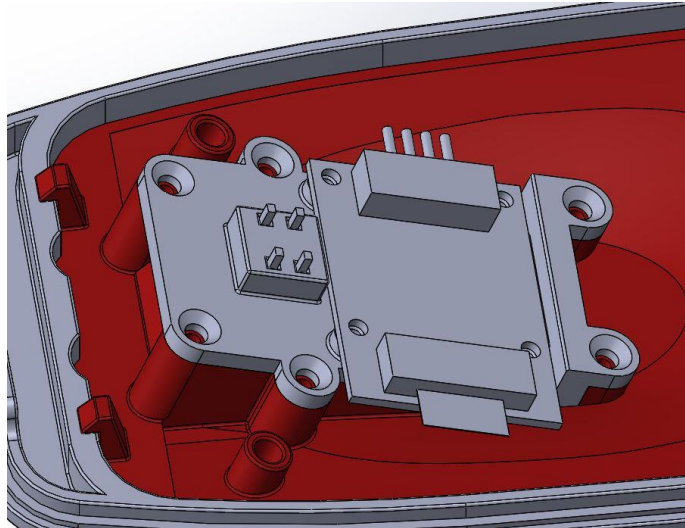


Figura 97 - Vista inferior da montagem

4.2 Módulo de acionamento

O mecanismo seleccionado (conceito A5) teve de ser desenvolvido ao pormenor, calculando o entre-eixo das engrenagens, o curso da gaveta, e adaptando a base do espelho para receber as peças. Como já foi indicado, o apoio do motor foi rebaixado o máximo possível, de modo a poder caber uma chapa de proteção interior com 2mm de espessura. O suporte superior do motor foi desenhado mais comprido, ao longo do comprimento do sem fim, para que este também seja guiado na outra extremidade, tendo também uma extensão até ao veio da roda de coroa, para bloquear o movimento vertical desta e ainda conseguir um melhor guiamento do conjunto. Para prender este conjunto foram feitos dois furos nas extremidades, em conjunto com os respectivos castelos na base, para dois parafusos M2, em que a colocação da base inferior é garantida pelo rasgo da base.

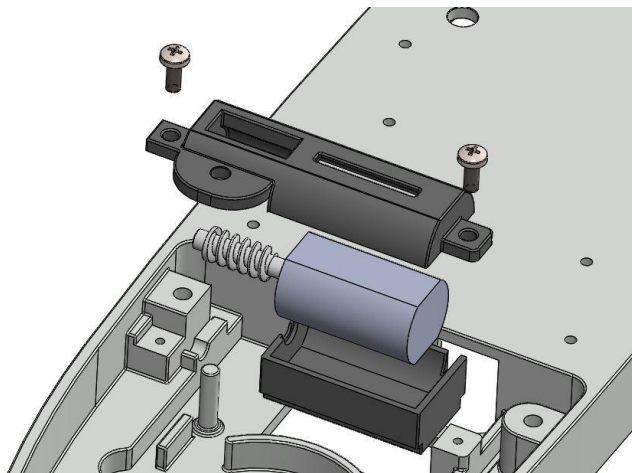


Figura 98 - Montagem do motor

Os guiamentos escolhidos para a gaveta foram os exteriores (3.9.3.5) e como tal tiveram de ser aplicados da base do espelho. Criaram-se, dentro do espaço disponível, castelos que fizessem os guiamentos laterais, deixando 0.1mm de folga para um deslizamento sem encravamento. Estes mesmos guiamentos foram desenhados para servirem como batente para a posição inferior, criando uma saliência de cada lado. Para o limite de curso superior utilizaram-se as próprias paredes da base, afinando o comprimento das laterais da gaveta de modo a garantir o curso desejado.

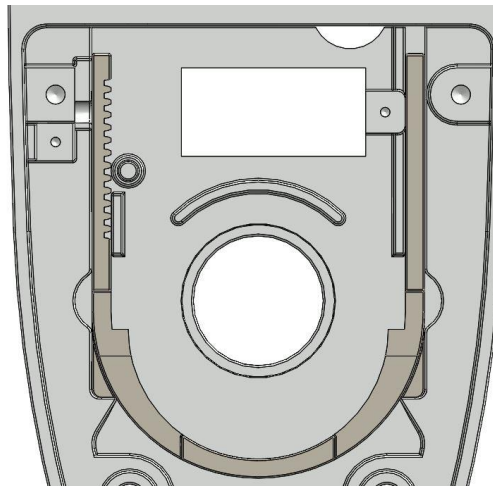


Figura 99 - Vista superior da gaveta com guiamentos laterais e fins de curso

Em relação à definição do engrenamento entre o motor e a gaveta manteve-se a opção de um sem fim ligado a uma roda de coroa, em que esta última, estando situada a um nível superior à gaveta seria composta por outra roda mais pequena na sua parte inferior para ligação à gaveta.

Como explicado nas considerações de fabrico (4.4) não seria possível para a empresa produzir a roda de coroa com a geometria correta, pois o ângulo de hélice e a concavidade virada para o interior dos dentes não permitiriam que a peça saísse do molde. Para resolver este problema foi considerado encomendar as peças a uma empresa especializada no processo, para maquinar em Nylon tanto o sem fim como a roda de coroa. No entanto, estas peças seriam demasiado caras, tendo-se decidido alterar as peças para se tornarem injetáveis pela Marques, processo descrito no capítulo 4.4.

4.3 Montagens

Após adaptação da base para o mecanismo tiveram de ser feitas modificações para tornar possível e mais simples a montagem dos espelhos na porta.

Considerações:

A tampa do espelho exterior deve ser fixa pelo interior de modo a não poder ser desmontada a partir do exterior, o espelho exterior surge assim como um módulo previamente montado e que deverá ser aplicado diretamente à porta sem necessidade de algum tipo de alteração da parte do utilizador.

Os espelhos deverão ser montados em portas com várias espessuras e esta montagem irá ser feita a partir do interior, deste modo e para haver um bom ajuste consoante a largura, foram desenhados uns pinos roscados cravados na base interior. A dimensão destes aliados à dimensão dos parafusos poderão ser afinados para um intervalo de portas, a ser definido pela empresa, consoante o mercado desejado. Esta solução permite também que haja um melhor guiamento na altura do aperto, pois a base poderá ficar suportada pelo furos feitos na porta durante o aperto.

Os dois pinos inferiores estão à distância normalizada para fechaduras, coincidindo com os furos da roseta, sendo de 38mm e estando cravados na chapa de proteção. Os superiores estão 96mm acima, de modo a não interferir com nenhum dos componentes interiores e estão cravados na própria base do espelho. No entanto no espelho exterior a fixação, que deverá ser feita por parafusos de cabeça rebaixada, deverá ser feita no seguimento dos interiores para garantir uma montagem alinhada. Deste modo surge uma diferença na furação entre as bases interiores e exteriores, em que terá de haver uma maquinagem extra dos furos.

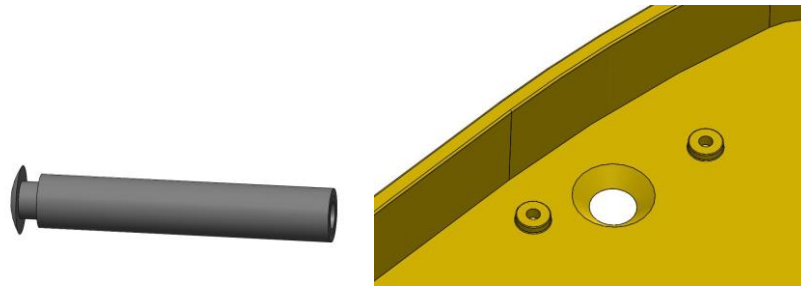


Figura 100 - Pino e maquinação necessária

Facilitar a mudança de baterias, esta deverá ser retirada sempre que for necessário efetuar uma mudança de baterias, pelo que deverá ser simples de retirar. Para tal foi desenhado um encaixe na parte superior de engate na base e na parte inferior uma extensão com um furo roscado. A extensão serve para que, a partir da base do espelho seja possível apertar um pequeno parafuso de fixação.

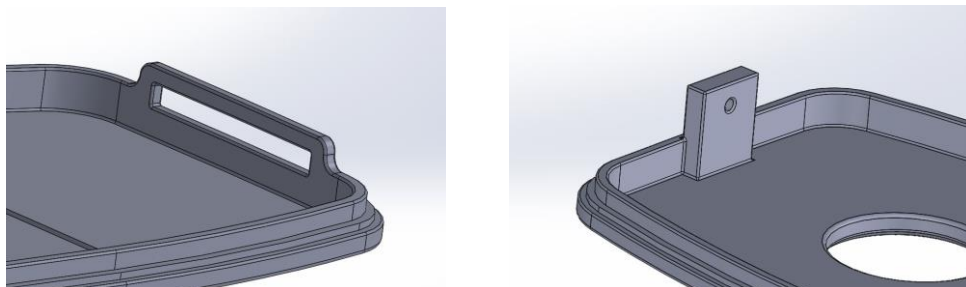


Figura 101 - Suporte superior e inferior

4.4 Considerações de fabrico

Após a escolha dos conceitos e definição de todos os componentes a utilizar foi necessário proceder à adaptação de alguns destes de modo a facilitar e em certos casos tornar possível) a injeção das peças desenvolvidas.

Todas as peças a serem injetadas foram modificadas nas duas partes que ficam na perpendicular à sua linha de apartação criando o chamado ângulo de saída. Este ângulo é necessário para que as peças possam sair do molde sem distorções ou estragos. Algumas injeções com elevada pressão fazem com que a peça fique compactada e a fazer pressão contra as paredes da cavidade, fazendo com que se torne impossível de retirar a peça. Por vezes, dependendo da geometria, a retração do material poderá facilitar a sua saída, mas noutros casos poderá prender a peça à cavidade.

O ângulo mínimo de saída é difícil de quantificar, sendo necessário considerar a retração do material, as propriedades da sua geometria e as condições de injeção. Para uma escolha correta dos ângulos necessários, a sua definição foi deixada para a empresa que irá produzir os moldes para que, consoante o material e processos aplicados, irá calcular as alterações necessárias à geometria.

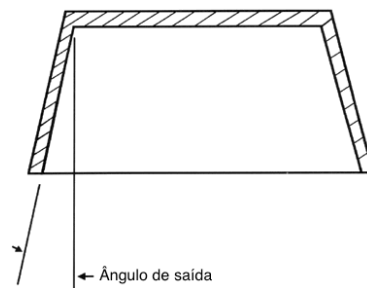


Figura 102 - Ângulo de saída

Certas peças incluem partes que impedem a saída da peça do molde sendo necessário recorrer a movimentos extra (normalmente designados por gavetas), como é o caso do guiamento superior das tampas exteriores, Figura 103. As gavetas são na maioria dos casos a única opção existente, encarecendo o molde. No entanto, em certos casos, como se pode verificar na Figura 104, é possível evitar esta opção, tendo sido criado um rasgo na zona da base, para que a cavidade possa ter um elemento que faça o enchimento inferior do castelo.

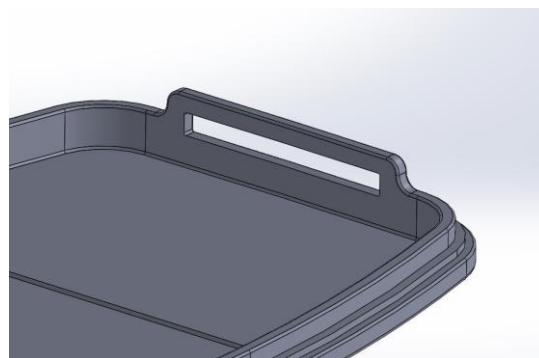


Figura 103 - Movimento necessário para a extração

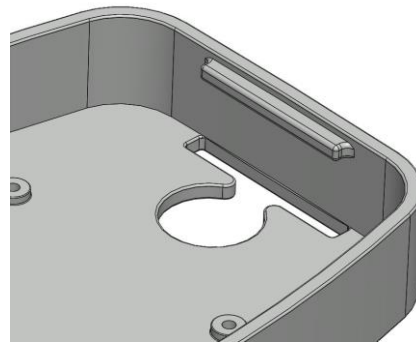


Figura 104 - Alteração feita para evitar movimentos do molde

Outra das preocupações na injeção de componentes teve a ver com a tampa biométrica. O facto do sensor estar colocado num ângulo de 30° em relação à vertical, e logo a sua placa de suporte também, obrigou a projetar todos os componentes com a mesma linha de orientação para tornar possível a saída do molde com o mínimo de movimentos adicionais possível. Como se pode observar na Figura 105, os castelos para os parafusos e o suporte para os leds sofreram essa modificação, sendo apenas necessário um movimento acrescido do molde nos guiamentos inferiores.

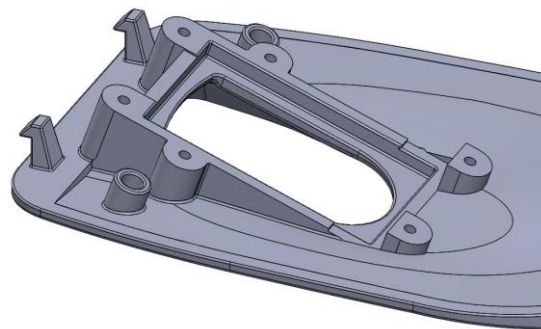


Figura 105 - Pormenor da solução encontrada para o modelo biométrico

A roda de coroa normalizada para o conjunto sem fim roda de coroa é helicoidal, Figura 106, apresentando os seus dentes inclinados bem como uma concavidade virada para o interior para melhor contacto com o sem fim. Para injetar uma roda de coroa é necessário definir a linha de apartação num plano perpendicular ao eixo de rotação, sendo necessário, no caso de engrenagens helicoidais, existir na abertura do molde uma rotação da cabeça deste, coincidente com o ângulo da hélice. Visto este tipo de movimento não estar disponível nas máquinas que irão ser utilizadas para o fabrico das peças, foi necessário transformar a roda numa de dentes retos, perdendo algum controlo na qualidade do funcionamento.

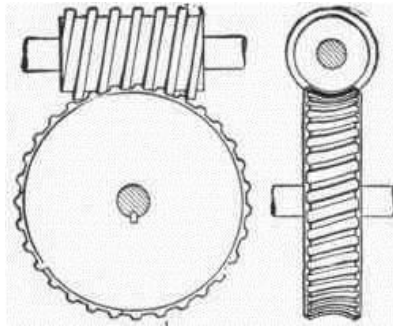


Figura 106 - Conjunto sem fim - roda de coroa

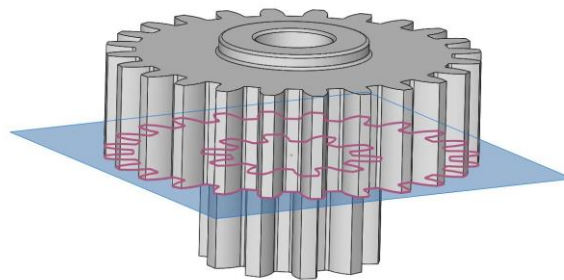


Figura 107 - Roda com dentes rectos e plano de apartação (a azul)

Contudo, após a resolução do problema da abertura do molde surgiu um outro, relacionado com o bico de injeção a ser utilizado. Com a existência de dentado em todos os limites da peça pertencentes ao plano de apartação, não existe nenhuma superfície indicada para o bico de injeção, visto que este deixará sempre uma rabarba no final, podendo interferir no correto funcionamento do mecanismo. Considerou-se optar pela injeção submarina, em que o bico poderia sofrer um desvio em vez de ir diretamente em direção à peça, Figura 108, mas devido às reduzidas dimensões da peça tornar-se-ia complicada a sua remoção do molde.

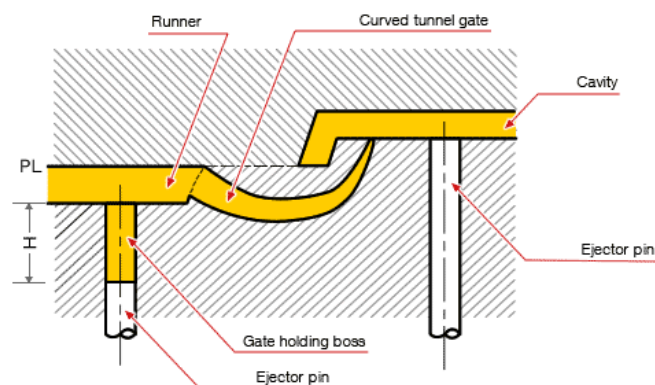


Figura 108 - Injeção submarina [62]

Verificou-se que o reduzido curso do mecanismo (3mm) apenas faz rodar a roda 20° em condições de funcionamento e deste modo a maior parte dos dentes nunca será utilizado. De modo a possibilitar a injeção normal no molde seria apenas necessário garantir que a rebarba deixada pelo bico fosse montada do lado oposto ao do

engrenamento no sem fim. Para tal colocou-se um acréscimo de material numa das zonas do dentado, tornando não só mais fácil a sua deteção durante a montagem como serviria para batente de fim de curso, Figura 109.

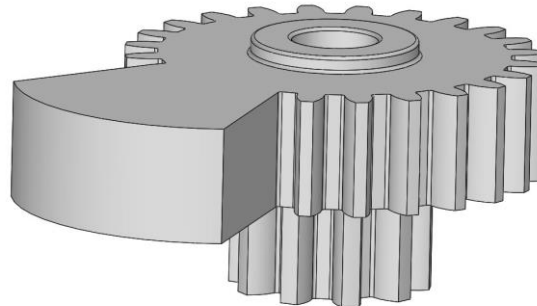


Figura 109 - Roda final

4.5 Lista de peças do conjunto

As seguintes tabelas descrevem as peças que constituem os espelhos, a quantidade, o material escolhido, o processo de fabrico e se são de compra ou fabrico interno. Componentes marcados com um asterisco representam peças que são comuns a ambos os espelhos.

4.5.1 Espelho interior

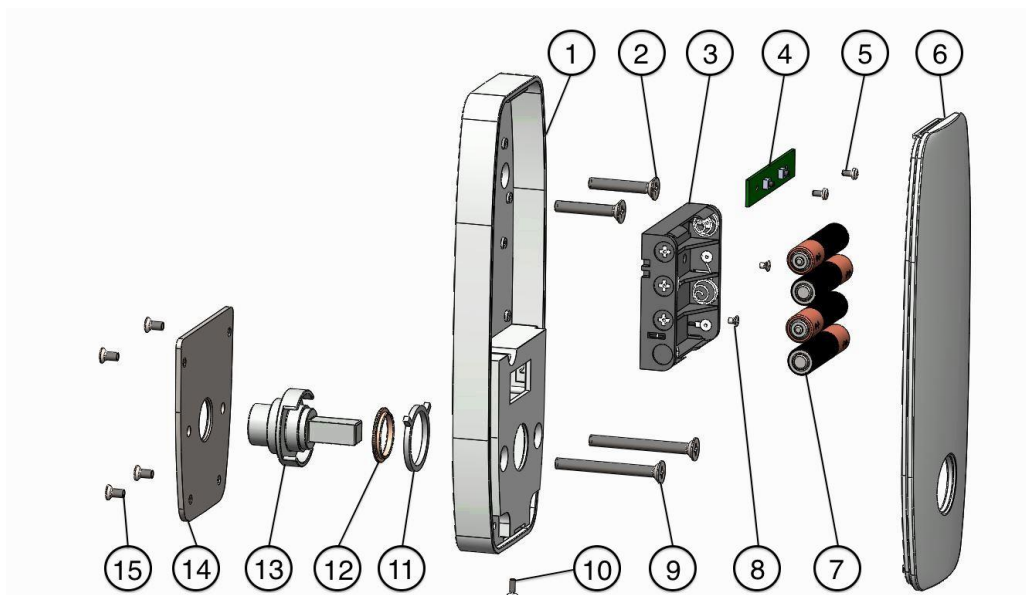


Figura 110 - Vista explodida do espelho interior

Nº	Nome	Qtd	Material	Processo/Tipo	Fabrico
1	Base (*)	1	Zamac	Injeção	Interno
2	Parafusos aperto superior	2	INOX	ISO 7046 M4x25	Encomenda
3	Suporte pilhas	1	ABS	Injeção	Encomenda
4	Placa programação	1	-	-	HFA
5	Parafusos placa	2	INOX	ISO 7045 M2x4	Encomenda
6	Tampa exterior	1	Zamac	Injeção	Interno
7	Pilhas AAA	4	-	-	Encomenda
8	Parafusos suporte pilhas	2	INOX	ISO 7047 M2x3	Encomenda
9	Parafusos aperto inferior	2	INOX	ISO 7046 M4x40	Encomenda
10	Parafuso aperto tampa	1	INOX	ISO 7046 M2x10	Interno
11	Mola de retorno (*)	1	Aço de mola	Máquina específica	Interno
12	Aro de guiamento (*)	1	Latão	Maquinagem + Recartilagem	Interno
13	Zarelho	1	Zamac	Injeção	Interno
14	Chapa mecanismo	1	Aço	Corte	Interno
15	Parafusos chapa	4	INOX	ISO 7046 M3x6	Encomenda

Tabela 21 - Componentes do espelho interior

4.5.2 Espelho exterior

4.5.2.1 Geral

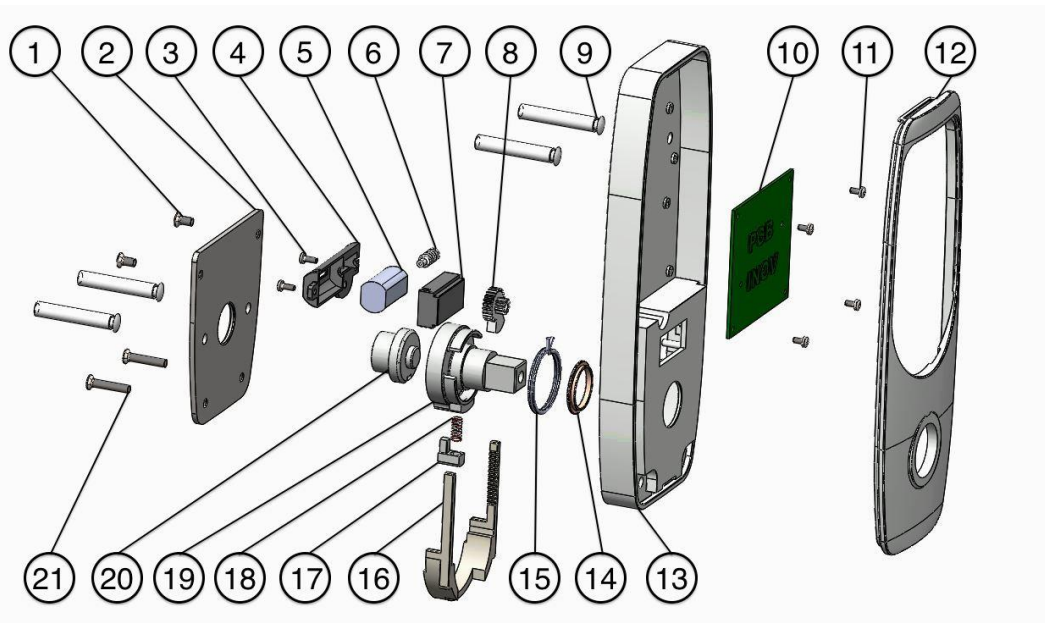


Figura 111 - Vista explodida das peças comuns do espelho exterior

Nº	Nome	Qtd	Material	Processo/Tipo	Fabrico
1	Parafusos chapa superiores (*)	2	INOX	ISO 7046 M3x6	Encomenda
2	Chapa mecanismo (*)	1	Aço	Corte	Interno
3	Parafusos suporte motor	2	INOX	ISO 7045 M2x5	Encomenda
4	Suporte superior motor	1	Acetal	Injeção	Interno
5	Motor	1	-	-	Interno
6	Sem fim	1	Acetal	Injeção	Interno
7	Suporte base motor	1	Acetal	Injeção	Interno
8	Roda de coroa	1	Acetal	Injeção	Interno
9	Pernos de aperto	4	Aço	Maquinagem	Interno
10	PCB	1	-	-	HFA
11	Parafusos PCB	4	INOX	ISO 7045 M2x4	Encomenda
12	Tampa exterior	1	Zamac	Injeção	Interno
13	Base (*)	1	Zamac	Injeção	Interno
14	Aro de guiamento (*)	1	Bronze	Maquinagem + Recartilhagem	Interno
15	Mola de retorno (*)	1	Aço de mola	Máquina específica	Interno
16	Gaveta	1	Acetal	Injeção	Interno
17	Pino	1	Zamac	Maquinagem	Interno
18	Mola do pino	1	Aço de mola	Máquina específica	Interno
19	Zarelho exterior	1	Zamac	Injeção	Interno
20	Zarelho interior	1	Zamac	Maquinagem	Interno
21	Parafusos chapa inferiores	2	INOX	ISO 7046 M3x16	Encomenda

Tabela 22 - Componentes gerais do espelho exterior

4.5.2.2 Keypad

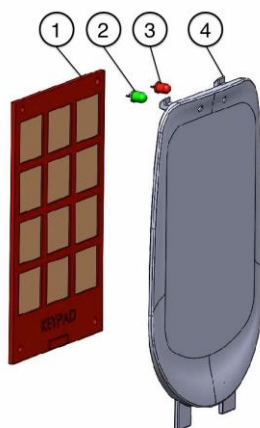


Figura 112 - Vista explodida dos componentes do modulo teclado

Nº	Nome	Qtd	Material	Processo/Tipo	Fabrico
1	Placa teclado	1	-	Capacitivo	Sparkfun
2	LED Verde 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
3	LED Vermelho 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
4	Tampa interface (*)	1	Policarbonato	Injeção	Interno

Tabela 23 - Componentes modulo teclado

4.5.2.3 RFID

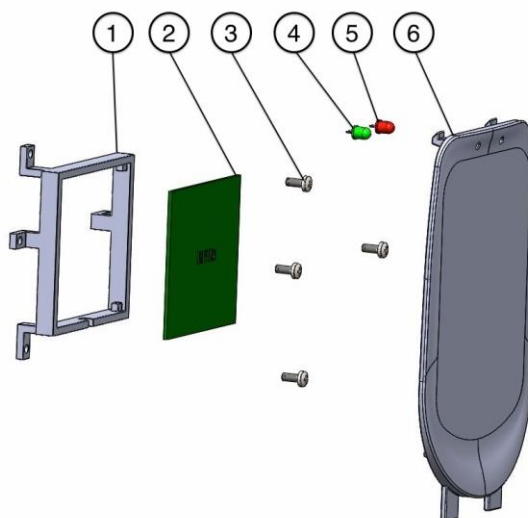


Figura 113 - Vista explodida dos componentes do modulo RFID

Nº	Nome	Qtd	Material	Processo/Tipo	Fabrico
1	Suporte placa	1	Acetal	Injeção	Interno
2	Placa RFID	1	-	-	Stronglink
3	Parafusos placa	4	INOX	ISO 7045 M2x5	Encomenda
4	LED Verde 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
5	LED Vermelho 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
6	Tampa interface (*)	1	Policarbonato	Injeção	Interno

Tabela 24 - Componentes modulo RFID

4.5.2.4 Biométrico

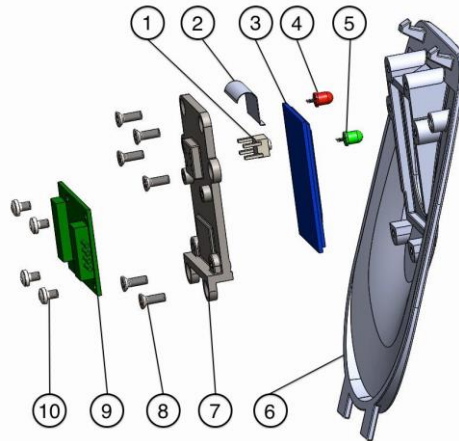


Figura 114 - Vista explodida dos componentes do modulo biométrico

Nº	Nome	Qtd	Material	Processo/Tipo	Fabrico
1	Botão de detecção	1	-	-	Encomenda
2	Placa de descarga	1	Aço de mola	Corte + quinagem	Interno
3	Placa de leitura	1	-	-	CAMAbio
4	LED Vermelho 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
5	LED Verde 3mm (*)	1	-	-	Encomenda
6	Tampa biométrico	1	Policarbonato	Injeção	Interno
7	Placa de suporte	1	Acetal	Injeção	Interno
8	Parafusos placa suporte	6	INOX	ISO 7046 M2x6	Encomenda
9	Placa biometrica	1	-	-	CAMAbio
10	Parafusos placa biometrica	4	INOX	ISO 7045 M2x3	Encomenda

Tabela 25 - Componentes modulo biométrico

5 Protótipos e testes

Após validação de todos os componentes do espelho e da montagem destes, procedeu-se ao fabrico dos protótipos. Os componentes metálicos foram maquinados pela Marques ou por empresas pertencentes ao MR Group e os restantes no INEGI.

O primeiro teste à montagem das tampas (interior e exterior) na base validou a folga aplicada, bastante reduzida e que deverá ser anulada depois da aplicação do acabamento final, tal como desejado.

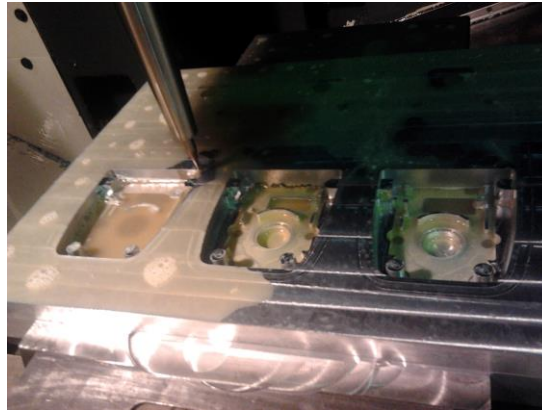


Figura 115 – Acompanhamento da maquinação das bases



Figura 116 – Primeira base já maquinada (esquerda) e tampas maquinadas (direita)

Os zarelhos do espelho exterior e interior foram também maquinados nas instalações da Marques, partindo de um cilindro de Zamac vazado, com a particularidade de os furos interiores, onde irá entrar a quadra, terem sido feitos por eletroerosão, de modo a se conseguir fazer um furo quadrado com arestas vivas. Para tal teve de ser feito um eletrodo com as medidas desejadas, tendo cada furo demorado cerca de 18 minutos a ser efetuado.



Figura 117 - Erosão dos furos (esquerda) e os 3 tipos de zarelhos já finalizados (direita)

Os dois tipos de molas incluídas no conjunto foram projetadas e encomendadas pela Marques, por a empresa já ter a experiência de o fazer, nomeadamente na afinação das forças indicadas para correto retorno do puxador e pino.

Os protótipos dos restantes componentes, enumerados de seguida, foram realizados no INEGI em estereolitografia:

- Suporte RFID
- Gaveta atuação
- Sem-fim
- Roda de coroa
- Suporte base do motor
- Suporte topo do motor
- Tampa biométrica

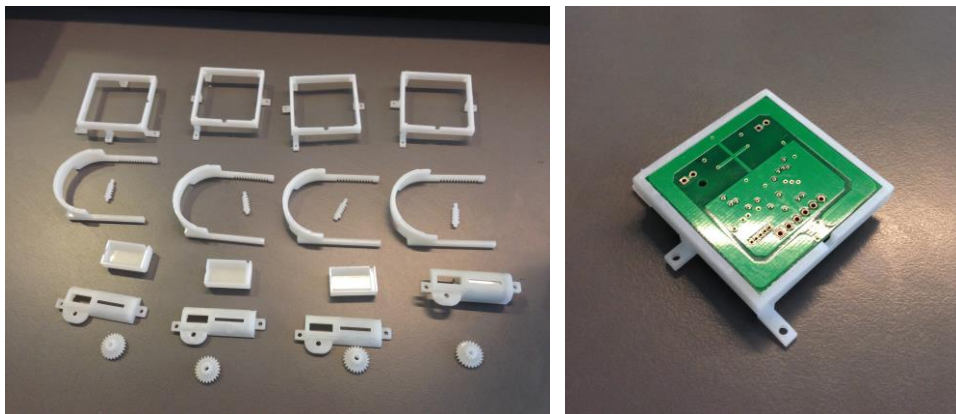


Figura 118 - Peças para protótipos em SLA e montagem do RFID

A realização do sem-fim e da roda de coroa em estereolitografia serviram, numa primeira fase, para verificar a correta montagem e movimento sem interferências durante a abertura e fecho do sistema. No entanto a resina epoxídica utilizada demonstrou ser demasiado frágil, revelando, como se esperava, não poder ser utilizada em testes funcionais, fletindo demasiado o sem-fim e criando folga na ligação ao motor passado algumas utilizações.

Numa primeira fase de testes foi montado um conjunto de espelhos numa base representativa de uma porta, montando 4 pilhas e aplicando um botão exterior para ativação manual. Este teste serviu para verificar a montagem de todos os componentes mecanismos e tentar pôr o mecanismo a funcionar, ainda com as engrenagens em estereolitografia, em que o resultado não foi perfeito pois a fragilidade do sem fim foi evidente, fazendo com que o motor rodasse em falso.

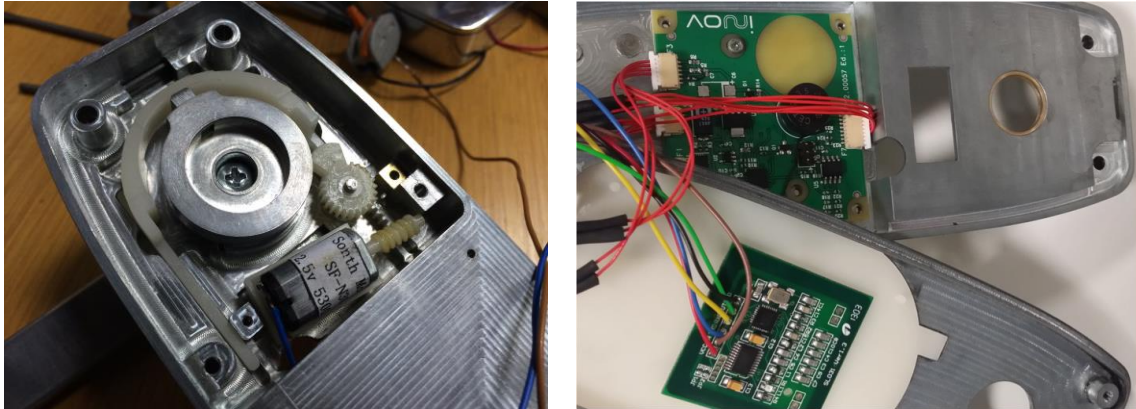


Figura 119 - Início da montagem do mecanismo e do PCB



Figura 120- Montagem dos protótipos

A validação do funcionamento do botão de poupança de energia foi também verificado, montando as placas nas tampas de estereolitografia, não sendo necessário nenhuma alteração às dimensões.



Figura 121 - Verificação do funcionamento do botão para o modelo biométrico

Desta forma foram encomendadas 4 conjuntos de sem fim - roda de coroa em poliamida (Nylon) por SLS (Selective Laser Sintering [63]) para uma tentativa de melhor aproximação das qualidades do material final (Acetal).

Foram também encomendadas as tampas de interface de teclado e RFID em policarbonato, material em que será aplicado nestes componentes, de modo a testar com a maior fiabilidade possível a sensibilidade das teclas ou o alcance da frequência, dependendo dos casos.

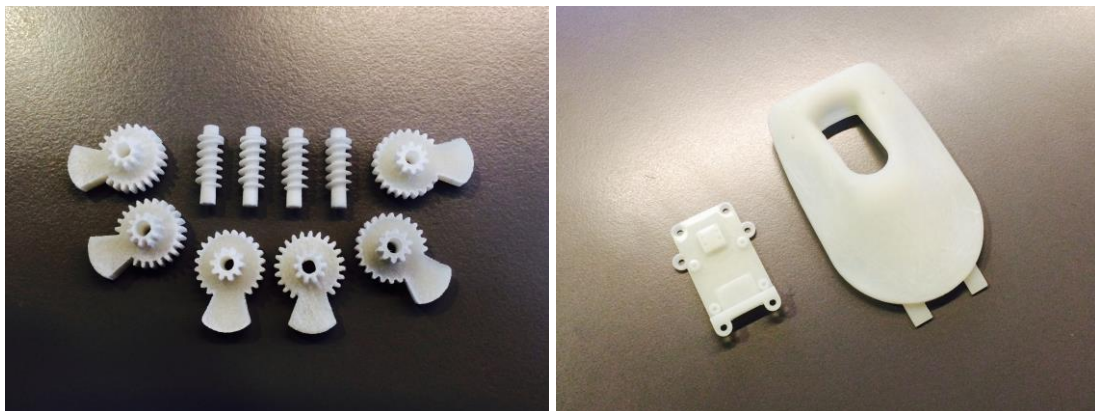


Figura 122 - Modelos feitos por SLS e Tampa do biométrico em estereolitografia

Durante o período útil da tese, não foi possível incorporar os componente nos protótipos funcionais, uma vez que estes se encontravam no INOV a fim de se proceder a validação dos componentes electrónicos desenvolvidos assim como do *software*.

6 Conclusões e evolução do projeto

O presente relatório acompanhou o projeto desde a sua fase inicial até à fase de fabrico das soluções protótipo. Numa primeira etapa foi feita uma extensa pesquisa tentando perceber a situação atual ao nível da oferta e tecnologia, tendências de mercado e informação sobre patentes e normas a respeitar. O passo seguinte foi o de identificar todas as especificações de produto de forma a projetar os diagramas de estado e basear a geração de conceitos das soluções a desenvolver. Foram gerados conceitos para o módulo de acionamento, módulo estrutural e interface visual. Estes conceitos foram avaliados com base em protótipos reais, permitindo verificar aspetos geométrico, funcionais e ainda de impacto visual, conduzindo à escolha da solução final. Em relação aos componentes OEM a incluir na solução foi feita uma pesquisa de mercado e selecionados os componentes mais adequados. O trabalho seguinte foi detalhar a solução com vista à integração dos componentes escolhidos e permitir uma montagem correta entre estes, bem como garantir a montagem em portas com várias espessuras. Foram ainda introduzidas alterações tendo em vista o fabrico, nomeadamente a injeção de peças de Zamac e Acetal. Por último procedeu-se à realização dos protótipos e início dos testes de funcionamento.

Para o projeto ser finalizado é necessário terminar a validação da solução, em termos de fiabilidade, durabilidade e também do seu funcionamento ao nível da interação com o utilizador .

Para certificação do produto deverão ser realizados os testes descritos na norma EN 1906. Após a validação de todos os componentes poderá avançar-se com a compra/fabrico dos moldes para injeção dos componentes, bem como a encomenda em quantidade dos componentes OEM que integram a solução e ainda do próprio PCB e placa de programação, desenvolvidos à medida para esta solução. O passo final antes de preparar as linhas de montagem será a escolha final de acabamentos a colocar no mercado, criando um portfólio de escolhas, que variam consoante a zona de exportação, algo a ser definido pela equipa de marketing da Marques.

Após a realização deste projeto surge a possibilidade de transformar a solução *standalone* numa solução em rede, , tal como apresentado no capítulo sobre as tendências de mercado, 2.5. Esta modificação poderia ser feita com recurso a poucas alterações, mantendo as baterias por ser *retrofit* e aplicando apenas um transmissor (possivelmente de wi-fi) no lugar da placa de programação.

Este projeto permitiu ganhar competências pessoais ao nível do processo de desenvolvimento do produto, integrando uma equipa multidisciplinar, e aplicando conhecimentos adquiridos ao longo de todo o curso.

De realçar que uma das principais preocupações do projeto foi ter uma solução criada de raiz e o mais “made in Portugal” possível, optando por apenas adquirir

componentes quando estes trouxessem vantagens económicas, nomeadamente os componentes OEM. Isto traduz-se numa clara vantagem competitiva para a empresa, uma vez que esta tem a propriedade da solução, traduzindo-se numa grande flexibilidade de alteração em função dos mercados a atuar.

7 Referências

1. SOMATICA. *Materials & Solutions*. [acedido a 2013 Setembro 25]; Disponível em: <http://www.somatica.pt>.
2. GS1. *The global language of business*. [acedido a 2013 Setembro 26]; Disponível em: http://www.gs1.org/docs/epcglobal/UHF_Regulations.pdf.
3. TIMES, E. *Using RFID for asset tagging*. [acedido a 2013 Setembro 26]; Disponível em: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1278186.
4. Bhattacharyya, D., et al., *Biometric authentication: A review*. International Journal of u-and e-Service, Science and Technology, 2009. 2(3): p. 13-28.
5. MNX. *What is MEMS Technology?* [acedido a 2013 Outubro]; Disponível em: <https://http://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html>.
6. Futronic. *Fingerprint authentication module*. [acedido a 2013 Setembro 28]; Disponível em: http://www.futronic-tech.com/product_fs83.html.
7. Suprema. *Embedded Modules*. [acedido a 2013 Setembro 28]; Disponível em: http://www.supremainc.com/eng/product/em_12_n-04.php.
8. Braet, J., *The Practice of New Products and New Business*. 2007: Acco.
9. (s.d.), K. *Electronic access control - Stand Alone*. [acedido a 2013 Setembro 30]; Disponível em: <http://www.kaba.com/access-control/en/Products-Solutions/307042/electronic-access-control-standalone-systems.html>.
10. Thornton, F., et al., *RFID Security*. 2005.
11. Huang, K.-T. and J.-H. Chiu, *Secured RFID Mutual Authentication Scheme for Mifare Systems*. International Journal, 2012. 4.
12. Tripathi, K., *A Comparative Study of Biometric Technologies with Reference to Human Interface*. International Journal of Computer Applications, 2011. 14(5): p. 10-15.
13. FLASHSCAN. *Fast, non contact 3D scanner*. [acedido a 2013 Outubro 02]; Disponível em: <http://www.flashscan3d.com>.
14. LUMIDIGM. *Non contact fingerprint sensor*. [acedido a 2013 Outubro 02]; Disponível em: <http://www.lumidigm.com/non-contact-fingerprint-sensor>
15. THIRDFACTOR. *Natural ID brings fingerprint recognition to phones and tablets*. [acedido a 2013 Outubro 02]; Disponível em: <http://www.techhive.com/article/2024216/natural-id-brings-fingerprint-recognition-to-phones-tablets.html>.
16. SuecureIDNews. *Screen based fingerprint recognition*. [acedido a 2013 Outubro 03]; Disponível em: <http://secureidnews.com/news-item/validity-sensors-demonstrates-screen-based-fingerprint-recognition-at-ces/?tag=biometrics>.
17. Pope, B.J., et al., *Capacitive Sensor Packaging*. 2013, Google Patents.
18. APPLE. *iPhone 5S - About Touch ID security*. [acedido a 2013 Dezembro 10]; Disponível em: http://support.apple.com/kb/HT5949?viewlocale=en_US&locale=en_US.

19. News, C.L. *Samsung smat phones ships with Visa NFC payment system*. [acedido a 2013 Novembro 15]; Disponível em: <http://secureidnews.com/news-item/samsung-smart-phones-ships-with-visa-nfc-payment-system/?tag=contactless>.
20. ABLOY, A. *The world's first invisible door lock*. [acedido a 2013 Outubro 03]; Disponível em: <http://www.assaabloy.com/en/com/Press-News/News/2012/The-worlds-first-invisible-door-lock/>.
21. SecureIDNews. *VingCard Elsafe supplies NFC mobile access solution to World Mobile Conference staff*. [acedido a 2013 Outubro 03]; Disponível em: <http://secureidnews.com/news-item/vingcard-elsafe-supplies-nfc-mobile-access-solution-to-world-mobile-conference-staff/?tag=nfc>.
22. avi, N. *UHF is an enhancement for access control*. [acedido a 2013 Outubro 04]; Disponível em: <http://www.nedapavi.com/insights/insights-overview/uhf-is-an-enhancement-for-access-control.html>.
23. RCID. *WHAT IS RCID?* [acedido a 2013 Outubro 04]; Disponível em: <http://www.rcid.com/en/home.html>.
24. KABA. *Kaba TouchGo opens doors with just a touch*. [acedido a 2013 Outubro 04]; Disponível em: <http://www.kaba.ch/en/Solutions/Electronic-locking-systems-readers/Electronic-handle-sets/8280/kaba-touchgo.html>.
25. Honeywell. *LYNX Touch*. [acedido a 2013 Outubro 05]; Disponível em: <http://www.lynxtouch.com/think-wireless.html>.
26. Matrix. *Security solutions*. [acedido a 2013 Outubro 07]; Disponível em: <http://www.matrixsecusol.com/downloads.html>.
27. Global, G. *2013 Trends: Part 2*. [acedido a 2013 Outubro 07]; Disponível em: <http://www.hidglobal.com/blog/2013-trends-part-2>.
28. MYCAMPUSCARD. *ACCESS CONTROL. A customised solution for all your on-site access control needs*. [acedido a 2013 Outubro 08]; Disponível em: <http://www.mycampuscard.com/access-control>.
29. JNF. *Sistema de controlo de acesso*. [acedido a 2013 Outubro 15]; Disponível em: <http://www.jnf.pt/index.php?show=familias&id=2>.
30. Honeywell. *Access Control: A Growing Opportunity*. [acedido a 2013 Outubro 15]; Disponível em: [http://www.honeywellaccess.com/documents/Core Dlr Inside5.pdf](http://www.honeywellaccess.com/documents/Core%20Dlr%20Inside5.pdf).
31. SALTO. *Componentes del sistema*. [acedido a 2013 Outubro 16]; Disponível em: http://www.saltosystems.com/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=18&Itemid=44.
32. SecureIDNews. *VingCard Elsafe installs invisible locking system at Hotel Bristol in Vienna*. [acedido a 2013 Outubro 17]; Disponível em: <http://secureidnews.com/news-item/vingcard-elsafe-installs-invisible-locking-system-at-hotel-bristol-in-vienna/?tag=contactless>.
33. hotels, C. *Online solutions*. [acedido a 2013 Outubro 18]; Disponível em: http://www.cisahotels.com/cisa_solutions.asp?pa_cod=1 - Online+solutions.
34. Chang, J.C., *Electric lock*. 2007, Google Patents.

35. Chang, J.C., *Electric lock*. 2009, Google Patents.
36. Tsai, H.C., *Electric door lock with a coupling mechanism for selective engagement between a deadbolt operating spindle and a door handle*. 2004, Google Patents.
37. Liu, Y.C., *Control mechanism of electronic lock*. 1991, Google Patents.
38. Frolov, G., *Locking mechanism for multifunctional electronic lock*. 1989, Google Patents.
39. Fu Chang Peng, A.L., Chih Hung Hsiao, *ELECTRIC LOCK DEVICE*. 2005, United States Design Patent.
40. Technologies, B.A. *Piezo Electric Keypads*. [acedido a 2013 Outubro 20]; Disponível em: <http://www.baran-at.com/k34.html>.
41. Sparkfun. *MPR121 Capacitive Touch Keypad*. [acedido a 2013 Outubro 20]; Disponível em: <https://http://www.sparkfun.com/products/10250>.
42. Farnell. *MULTICOMP - MCAK206NSSBWPMMGKT - KEYPAD, METAL NUMERIC, IP67, 2X6*. [acedido a 2013 Outubro 20]; Disponível em: <http://uk.farnell.com/multicomp/mcak206nssbwpmmgkt/keypad-metal-numeric-ip67-2x6/dp/1895306>.
43. Industries, A. *Membrane 3x4 Matrix Keypad + extras - 3x4*. [acedido a 2013 Outubro 15]; Disponível em: <http://www.adafruit.com/products/419>.
44. STRONGLINK. *RFID Reader Modules*. [acedido a 2013 Outubro 28]; Disponível em: <http://www.stronglink-rfid.com>.
45. TAGnology. *Fascination RFID & NFC*. [acedido a 2013 Outubro 21]; Disponível em: <http://www.tagnology.com/en.html>.
46. Tech, F. *Futronic FS83 serial Fingerprint Authentication Module(sFAM)*. Disponível em: http://www.futronic-tech.com/product_fs83.html.
47. SecuGen. *SDA03P and SDA03P-WR*. [acedido a 2013 Outubro 25]; Disponível em: http://www.secugen.com/products/sensor_sda03p.htm.
48. SUPREMA. *SFM3500 SERIES*. [acedido a 2013 Outubro 26]; Disponível em: http://www.supremainc.com/eng/product/em_12_n-04.php.
49. CAMAbio. *CAMA-SM30 fingerprint module*. [acedido a 2013 Outubro 25]; Disponível em: http://www.camabio.com/product/m17_sectionid/5/m17_imageid/39/index.html.
50. ELECTRONICS, M. *Interruptores táteis*. [acedido a 2013 Outubro]; Disponível em: <http://pt.mouser.com/ProductDetail/ALPS/SKHRAAA010/?qs=%2fha2pyFaduh5iJB2%2fIVryoea5DYfMUhwXu%2bHB%2b0wmJs%3d>.
51. ALPS. *Perfecting the Art of Electronics*. [acedido a 2013 Outubro]; Disponível em: <http://www.alps.com/usa/index.html>.
52. Energizer. *Energizer® Recharge® Power Plus AA Batteries*. [acedido a 2013 Outubro 29]; Disponível em: <http://www.energizer.com/batteries/rechargeable-batteries/Pages/power-plus-aa.aspx>.

53. DURACELL. [acedido a 2013 Outubro 29]; Disponível em: <http://www.duracell.pt/pt-PT/empresa/index.jspx>.
54. KEYSTONE. *For 2 AAA Cells-in Series P/N 2482*. [acedido a 2013 Outubro]; Disponível em: http://www.keyelco.com/product.cfm/product_id/1044.
55. Technology, L. *Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies*. [acedido a 2013 Outubro 29]; Disponível em: <http://cds.linear.com/docs/en/application-note/AN140fa.pdf>.
56. OBOT. *Solenoids*. [acedido a 2013 Outubro 26]; Disponível em: http://obot.slowbot.com/lab_02e_mech.html.
57. Hyperphysics. *DC Motor Operation*. [acedido a 2013 Outubro 28]; Disponível em: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/motdc.html>.
58. PCBheaven. *How DC Motors are made and how they work*. [acedido a 2013 Outubro 28]; Disponível em: http://www.pcbheaven.com/wikipages/How_DC_Motors_Work/.
59. ElectronicDesign. *What's The Difference Between Brush DC And Brushless DC Motors?* [acedido a 2013 Outubro 30]; Disponível em: <http://electronicdesign.com/electromechanical/what-s-difference-between-brush-dc-and-brushless-dc-motors>.
60. SONTN. *SF-N30: dc metal brushed motor*. [acedido a 2013 Outubro]; Disponível em: <http://www.sontn123.com/dc-motor-show.asp?id=119>.
61. APPLE. *Magic Mouse*. [acedido a 2013 Outubro 30]; Disponível em: <https://http://www.apple.com/magicmouse/>.
62. MISUMI. *Plastic Molding Tutorial*. [acedido a 2013 Dezembro]; Disponível em: <http://www.misumi-techcentral.com/tt/en/mold/2012/02/112-varieties-of-tunnel-gates.html>.
63. Systems, D. *Selective Laser Sintering (SLS)*. [acedido a 2014 Janeiro]; Disponível em: <http://www.3dsystems.com/quickparts/prototyping-pre-production/selective-laser-sintering-sls>.

8 Índice de figuras

Figura 1 - Principais componentes da fechadura	3
Figura 2 - Componentes exteriores à fechadura	4
Figura 3 - Tipos de teclados.....	5
Figura 4 - Exemplo de um teclado de pressão	5
Figura 5 - Funcionamento dos teclados de membrana [1].....	6
Figura 6 - Figura-exemplo do funcionamento de um teclado piezoeléctrico [1].....	6
Figura 7 - Funcionamento dos teclados do tipo capacitivo [1].....	7
Figura 8 - Princípio de funcionamento de um sistema de reconhecimento RFID passivo.....	8
Figura 9 – Modulo OEM de leitor RFID.	8
Figura 10 - Tags Activas (à esquerda) e Tags Passivas (à direita).	9
Figura 11 - Princípio de funcionamento do acoplamento indutivo de um sistema RFID	10
Figura 12 – Tipos de tecnologias RFID.....	11
Figura 13 - Alocação da banda UHF a nível mundial para Tags que cumprem a norma ISO 18000-6C [3]	12
Figura 14 - Reconhecimento biométrico pela íris, retina, voz, facial e impressão digital	13
Figura 15 - Diferentes técnicas utilizadas para a leitura de impressões digitais.....	15
Figura 16 - Alguns módulos OEM com dispositivos de reconhecimento da impressão digital [6], [7].....	16
Figura 17 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de autenticação com keypad, face a um conjunto relevante de fatores de valorização	23
Figura 18 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de autenticação RFID, face a um conjunto relevante de fatores de valorização	24
Figura 19 - Análise das soluções encontradas com tecnologia de reconhecimento biométrico face a um conjunto relevante de fatores de valorização	25
Figura 20 - Posicionamento relativo das diferentes tecnologias de autenticação integradas em fechaduras electrónicas face ao fator preço	26
Figura 21 - Componentes de um sistema stand alone da KABA [9].....	26
Figura 22 - Leitor de impressões digitais no ecrã [15]	27
Figura 23 - Pagamento com telemóvel por NFC [19].....	28
Figura 24 - Sistema RCID [23] e TouchGo da KABA [24]	28
Figura 25 - Sistema e interface Lynx Touch da Honeywell [25].....	29
Figura 26 - Kit elementar auto-programável da JNF [29]	30
Figura 27 . Kit de gestão de acessos para um hotel da CISA [33].....	31
Figura 28 - Esquema do teste a ser efectuado.....	33
Figura 29 - Esquema de funcionamento do modo biométrico	36
Figura 30 - Esquema de funcionamento do modo RFID.....	37
Figura 31 -Esquema de funcionamento do modo Keypad.....	37

Figura 32 - Esquema de programação do modo Keypad	38
Figura 33 - Arquitetura do produto – diagrama de módulos	39
Figura 34 - Imagem e dimensões do botão	45
Figura 35 - Pilhas recarregáveis [52] e pilhas alcalinas [53]	46
Figura 36 - Vista geral do suporte de pilhas	47
Figura 37 - Dimensões do suporte de pilhas escolhido.....	47
Figura 38 - Circuito de potência conversor DC-DC boost	48
Figura 39 - Imagens do tipo de funcionamento dos solenoides do tipo Push e Pull [56]	51
Figura 40 - Esquema de funcionamento de um motor elétrico DC [57].....	51
Figura 41 - Comparação de motor com escovas (a) e sem escovas (b) [59]	52
Figura 42 - Dimensões do motor escolhido [60]	53
Figura 43 – Gaveta do conceito A1	53
Figura 44 - Zarelhos conceito A	54
Figura 45 - Conceito A montado	54
Figura 46 - Vista explodida do conjunto A.....	55
Figura 47 - Zarelhos do conceito A2	56
Figura 48 - Conceito A2 montado	56
Figura 49 - Vista explodida do conceito A2	57
Figura 50 -Protótipo em SLA do conceito A2	57
Figura 51 - Pormenor de um dos fim de curso da gaveta	58
Figura 52 - Motor com suportes e sem fim.....	58
Figura 53 - Vista explodida do conceito A3	59
Figura 54 - Protótipo em SLA do conceito A3	59
Figura 55 - Conceito D montado	60
Figura 56 - Vista explodida do conjunto A4.....	61
Figura 57 - Protótipo em SLA do conceito A4	61
Figura 58 - Novo conceito de gaveta	62
Figura 59 - Estudo de engrenamentos.....	62
Figura 60 - Primeira fase de modelação do conceito A5	63
Figura 61 – Primeiro esboço do novo engrenamento	63
Figura 62 - Estudo de guiamentos para a gaveta	64
Figura 63 – Esquiço do método de construção realizado durante reunião na empresa	65
Figura 64 - Chapa montada no conceito A4	66
Figura 65 – Conceito B1	66
Figura 66 - Vista em corte do conceito B2	66
Figura 67 - Exemplos de produtos demonstradores do conjunto de orientações construtivas apontadas	68
Figura 68 - Cortes em EPS.....	69
Figura 69 - Magic Mouse da Apple [61]	69
Figura 70 - Primeiro esboço da aparência exterior	70
Figura 71 - Modelo em EPS.....	70
Figura 72 - Primeiro modelo da base	71
Figura 73 - Vista em corte da base, preparada para o modelo B2	71

Figura 74 - Linhas para a superfície exterior	72
Figura 75 – Superfície final da tampa.....	72
Figura 76 - Análise de quebras da superfície da tampa	72
Figura 77 - Resultado da tampa para teclado.....	72
Figura 78 - Análise da superfície para tampa com teclado	73
Figura 79 - Análise da continuidade da superfície para tampa com teclado	73
Figura 80 - Render da solução apresentada	74
Figura 81 - Tampa 1.....	74
Figura 82 - Tampa 2.....	75
Figura 83 - Render da segunda solução	75
Figura 84 - Teste de inclinação do leitor biométrico	76
Figura 85 - Tampa biométrica.....	76
Figura 86 - Solução proposta pelo INOV	77
Figura 87 - Solução proposta pelo INOV - dimensões	78
Figura 88 - Rasgo na tampa interior	78
Figura 89 - Guiamentos inferiores	79
Figura 90 - Ganchos superiores	79
Figura 91 – Tampa 1 com base de apoio da tampa 2 a azul	80
Figura 92 - Fixações inseridas na tampa.....	80
Figura 93 - Castelos para fixação dos led's.....	81
Figura 94 - Suporte da placa RFID	81
Figura 95 - Montagem do sistema RFID na base do espelho	82
Figura 96 - Vista em corte da montagem biométrica.....	82
Figura 97 - Vista inferior da montagem.....	83
Figura 98 - Montagem do motor.....	83
Figura 99 - Vista superior da gaveta com guiamentos laterais e fins de curso.....	84
Figura 100 - Pino e maquinação necessária.....	85
Figura 101 - Suporte superior e inferior	85
Figura 102 - Ângulo de saída.....	86
Figura 103 - Movimento necessário para a extração	86
Figura 104 - Alteração feita para evitar movimentos do molde	87
Figura 105 - Pormenor da solução encontrada para o modelo biométrico	87
Figura 106 - Conjunto sem fim - roda de coroa.....	88
Figura 107 - Roda com dentes rectos e plano de apartação (a azul).....	88
Figura 108 - Injeção submarina [62].....	88
Figura 109 - Roda final	89
Figura 110 - Vista explodida do espelho interior.....	89
Figura 111 - Vista explodida das peças comuns do espelho exterior	90
Figura 112 - Vista explodida dos componentes do modulo teclado	91
Figura 113 - Vista explodida dos componentes do modulo RFID.....	92
Figura 114 - Vista explodida dos componentes do modulo biométrico	93
Figura 115 – Acompanhamento da maquinação das bases	95
Figura 116 – Primeira base já maquinada (esquerda) e tampas maquinadas (direita).95	

Figura 117 - Erosão dos furos (esquerda) e os 3 tipos de zarelhos já finalizados (direita).....	96
Figura 118 - Peças para protótipos em SLA e montagem do RFID	96
Figura 119 - Início da montagem do mecanismo e do PCB	97
Figura 120- Montagem dos protótipos.....	97
Figura 121 - Verificação do funcionamento do botão para o modelo biométrico	98
Figura 122 - Modelos feitos por SLS e Tampa do biométrico em estereolitografia....	98

9 Índice de tabelas

Tabela 1 - Comparação dos vários tipos de <i>tags</i>	9
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de leitura biométrica	14
Tabela 3 – Principais soluções com tecnologia de reconhecimento por teclado físico.	19
Tabela 4 - Concorrência nacional para teclado físico	19
Tabela 5 – Principais soluções com tecnologia de reconhecimento por contacto com <i>touch screen</i>	19
Tabela 6 - Top 3 de produtos com reconhecimento por tecnologia RFID.....	20
Tabela 7 - Top 3 da concorrência nacional no segmento de produtos com reconhecimento por tecnologia RFID	20
Tabela 8 – Principais soluções com interface por reconhecimento biométrico.....	21
Tabela 9 - Concorrente nacional no reconhecimento biométrico	21
Tabela 10 – Principais produtos que apresentam soluções combinadas entre diferentes tecnologias de reconhecimento	22
Tabela 11 - Valores para o teste axial da norma EN1906	33
Tabela 12 - Valores para o teste de resistência da norma EN1906.....	34
Tabela 13 - Módulos OEM para interface teclado pesquisados	40
Tabela 14 - Continuação de produtos com tecnologia RFID [44].....	42
Tabela 15 - Módulos OEM de leitor de impressões digitais	43
Tabela 16 - Especificações do modulo CAMABio	44
Tabela 17 – Equivalência do formato das pilhas.....	46
Tabela 18 - Especificações do motor	52
Tabela 19 - Comparação entre os conceitos de modulo de acionamento	64
Tabela 20 - Comparação de conceitos para a estrutura base.....	67
Tabela 21 - Componentes do espelho interior.....	90
Tabela 22 - Componentes gerais do espelho exterior.....	91
Tabela 23 - Componentes modulo teclado	92
Tabela 24 - Componentes modulo RFID	92
Tabela 25 - Componentes modulo biométrico	93

10 Anexos

Anexo A

Tabelas integrais do benchmarking para tecnologia Keypad

Características	Samsung	Arrow	LockWood - Assa Abloy	Tesa
Modelo	SHS-5230	Revolution V3 Touch Screen Lever Lock	Keyless Digital Deadbolt	Teclado Autónomo
Imagem				
Preço	325 €	280 €		
tamanho código memória de códigos	4 a 12 dígitos até 10	4 a 12 até 25 utilizadores	4 a 12	4
Dimensões	Exterior: 81.30 x 318 x 75mm Interior: 79 x 290 x 80.3mm	206x95x38mm	32mm - 50mm	120x76x21mm
Tipo de Keypad	touchscreen	Touchscreen	Touchscreen	Teclado físico
Espessuras de porta suportadas	40 a 45mm - adaptadores necessários para portas superiores a 45mm	de 35mm a 57mm		todas (falta o sistema de abertura)
Materiais utilizados	Liga de Zinco, ABS	Acabamento- US3, US10BP, US15	High purity zinc alloy, Hardened steel, acabamento em Powder Coated Silver	Zamac e acabamento em Inox
Bateria	8xAAA		4xAAA	Rede elétrica + transformador (tensão de entrada 220Vac / 50 Hz, tensão de saída 12Vdc-24Vdc; 16Vac Consumo: Em repouso: 20 mA Máximo: 115 mA
Duração da bateria	3650 acessos - 10 meses	1 ano		
Sinal sonoro?		Sim, com possibilidade de o desactivar		
Sinal visual? (Luz)				
Bloqueio de segurança				
Velocidade do sensor	<1s			
Chave de emergência?	Sim	Sim	sim	Pertencente ao sistema não ?
Resistente ao exterior		Sim	sim	Sim, Proteção contra intempéries pelo uso de junta de borracha selante (IP65); Não
Incorporado no espelho				
Outras características	Possibilidade de abertura por impressão digital (leitura óptica)	Activação por voz, em 3 línguas (Inglês, Espanhol e Francês) - garantia de 1 ano	Aviso de bateria baixa, duração do código de 3 horas a duas semanas. Possibilidade de desactivar o touchscreen pelo interior	Carcaça antivandalismo de Zamac

Características	Vachette - Assa Abloy I-Motion - RL1120	Assa Abloy Code Handle Door	Cifial	Cifial DS100KM
Modelo				
Imagem				
Preço	580 €		?	?
tamanho código	4 a 12	4 a 6		
memória de códigos	20	9		
Dimensões	Exterior: 160,2x64,6x19mm Interior: 158x85x37,3mm	Praticamente invisível em relação a um sistema comum	Ext e Int: 205x85x23mm	132,5x84,5x23mm
Tipo de Keypad	Touchscreen	Teclado Físico	Teclado físico	
Espessuras de porta suportadas	35 a 45mm	de 35 a 80mm	30 a 60mm	?
Materiais utilizados	Alumínio escovado	Brushed stainless steel and satin chrome zink		
Bateria	4xAA (tem uma bateria de segurança)	2xCR2 3v (baterias de lítio)	5xAAA	?
Duração da bateria	120000 entradas ou até um ano (10 passagens por dia)	100mil ciclos	até 3 anos	?
Sinal sonoro?	Sim de falta de bateria, alarme em caso de intrusão, avaria ou incêndio	Sim, tanto para a abertura como para o fecho		
Sinal visual? (Luz)		Sim, LED verde para abertura e LED vermelho para fecho		
Bloqueio de segurança	Após a introdução do código errado por 5 vezes o sistema impede entradas por 3 minutos	Após a introdução do código errado por 5 vezes o sistema impede entradas por 3 minutos		
Velocidade do sensor		?		
Chave de emergência?	Pertencente ao sistema não	Não	Não	?
Resistente ao exterior	Sim	Não		
Incorporado no espelho	Não	Puxador típico mais espelho pequeno		
Outras características	Fecho automático em 5 segundos. Mudança de código sem desmontagem. Fornecido com 4 cartões. Bloqueio por fecho para o lado interior (segurança para crianças)	Auto locking, disponível para duas orientações (esquerda e direita), indicação do estado da bateria		




Características	Schlage	savebase	STANLEY	UCA Electronic	Schlage
Modelo	Aged Bronze Camelot Keypad Keyless	EZ SERIES 9KZ ELECTRONIC KEYPAD	Pushbutton Latch Lock	AD Series Lock	
Imagem					
Preço		70	375	437	
tamanho código memória de códigos	up to 19	10 números mais 2 letras		299 pin codes	até 5000
Dimensões		40x140mm	Ext: 203x32x27mm	Front Body Dimensions: 6"L x 2.6"W x 1.5"D Back Body Dimensions: 6"L x 2.6"W x 1"D	Ext: 240x87.5x33.5mm Int: 314.5x87.5x33.8mm
Tipo de Keypad	Teclado físico	Teclado físico	Teclado físico	Teclado físico	Teclado físico
Espessuras de porta suportadas		up to 45mm	44 a 57mm	35 a 45mm	1 3/4" Thick Door
Materiais utilizados	metal	zync	Internal parts are brass, zinc or corrosion-treated steel.	Stainless Steel, or Brass.	630 stainless steel
Bateria			Alkaline battery pack.	4 standard AA batteries	4xAAA ou 8xAAA
Duração da bateria	2-3 years			10,000 operations	até 2 anos (4xAAA)
Sinal sonoro?	Provides battery level status and alerts				Sim
Sinal visual? (Luz)					Sim
Bloqueio de segurança	Full AES 128-bit encryption at the microchip level			Auto Lock Function: Set the lock to automatically lock at preset time	
Velocidade do sensor	SIM	não			
Resistente ao exterior	sim	sim	-30°C to +60°C (-22°F to +140°F)	Exposure to All weather conditions	
Incorporado no espelho	sim	sim		sim	
Outras características					2.3" H x 3.5" W - tamanho

Anexo B

Tabelas integrais do benchmarking para tecnologia RFID

Características	Tesa - Assa Abloy Spy Proximity/ Wireless	Tesa - Assa Abloy Spy Desing/ Wireless	Tesa - Assa Abloy Donna proximity	Lock-Tec Smartair
Modelo				
Imagem				
Preço	?	?	?	?
tipo de leitura	cartão, banda de pulso ou relógio	cartão, banda de pulso ou relógio	13.56 MHz Mag-stripe cards ISO (LoCo и HiCo), em cartão, banda de pulso ou relógio até 1500 (máximo de 1000 aberturas ou tentativas de aberturas por cartão)	
memória de cartões	500	500		
Distância máxima de leitura	10mm	10mm		
Anti-pânico?				
Dimensões	40,5x281x21mm			
Espessuras de porta suportadas	33 a 110 mm	33 a 110 mm		
Materiais utilizados				
Bateria	3xAAA	3xAAA	4xAAA	Rede elétrica + transformador (tensão de entrada 220Vac / 50 Hz, tensão de saída 12Vac/Vdc) Standby: 80 µA Funcionamento: 150mA
Duração da bateria	consumo em standby de 40 µA. 20,000 ciclos ou 2 - 3 anos	consumo em standby de 40 µA. 20,000 ciclos ou 2 - 3 anos	3-4 years (30.000 operations) input de 20 mA	
Sinal sonoro?				Sim
Sinal visual? (Luz)	LED de aviso vermelho (identificação inválida) e verde (identificação válida)	LED de aviso vermelho (identificação inválida) e verde (identificação válida)	Green and red light (battery low charge, access deny etc.)	LED de aviso vermelho (identificação inválida) e verde (identificação válida)
Bloqueio de segurança	?	?		
Velocidade do sensor	?	?		
Chave de emergência?	Sim	Sim	Apenas mecanismo	
Resistente ao exterior	Sim	Sim	Sim	
Incorporado no espelho	Sim	Sim	Sim	Na parede

Características	Kaba Ilco 710-11	Salto XS4 corpo fino	Salto XS4 corpo largo	Cifal EL5ORF
Modelo				
Imagem				
Preço	202 €			?
tipo de leitura	Passagem de cartão por fenda, porta só abre com o cartão retirado	?	?	?
memória de cartões	350	64mil	64mil	
Distância máxima de leitura Anti-pânico?				
Dimensões				
Espessuras de porta suportadas		290mm x 40mm x 20mm (mais 15mm no interior para o leitor)	290mm x 67mm x 20mm (mais 15mm no interior para o leitor)	239x78x17mm
Materiais utilizados		30 a 115mm	30 a 115mm	40 a 55mm
Bateria	4xAAA	3 alkaline batteries - LR03 - AAA 1,5V	3 alkaline batteries - LR03 - AAA 1,5V	4xAAA
Duração da bateria	100mil ciclos, 2 anos (3 anos para 10 passagens por dia)	40mil a 70mil aberturas	40mil a 70mil aberturas	Acima de 20mil ciclos
Sinal sonoro?	Sim			
Sinal visual? (Luz)	Sim			
Bloqueio de segurança	?			
Velocidade do sensor	?			
Chave de emergência?	Sim	Sim	Sim	Sim
Resistente ao exterior	Sim	Sim	Sim	
Incorporado no espelho	Sim	Sim	Sim	

Características	Cifial EL160RF	Cifial EL200RF	Cifial EL200RF
Modelo			
Imagem			
Preço	?	?	195 €
tipo de leitura	?	?	?
memória de cartões			
Distância máxima de leitura			
Anti-pânico?			
Dimensões	Sensor 85x70x1,5mm Espelho: 152x60x1,5mm	Sensor: Ext (102x72x35mm) Int(110x54x20mm)	Ext(286x48x33mm) Int(286x48x21mm)
Espessuras de porta suportadas	40 a 55mm	41 a 55mm	35 a 60mm
Materiais utilizados			
Bateria	4xAAA	4xAAA	3xAAA
Duração da bateria	Acima de 20mil ciclos	Acima de 20mil ciclos	40mil a 70mil ciclos
Sinal sonoro?			
Sinal visual? (Luz)			
Bloqueio de segurança			
Velocidade do sensor			
Chave de emergência?			
Resistente ao exterior	Não	Sim	Opcional
Incorporado no espelho			

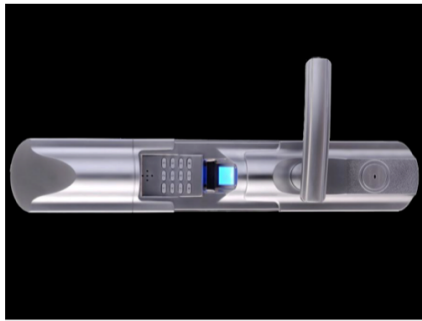




Anexo C





Tabelas integrais do benchmarking para tecnologia biométrica

Características	Hongda Opto-Electron Co. Deadbolt DL240	Bioaxxis BD-1	ADEL Trinity - 788	GNS Biolock
Modelo	 Outside view  Inside view			
Imagem				
Preço			112 €	?
memória de códigos	30 impressões digitais (sugere 15 utilizadores)	30 utilizadores	99 impressões digitais	?
Tempo de leitura	?	<1s		?
Anti-pânico?				?
Dimensões	150mm x 83mm x 36mm	152,4 x 76,2 x 35,56mm		?
Espessuras de porta suportadas	38 a 51mm	35 a 51mm	30 a 60mm	?
Materiais utilizados	Inox escovado		126 (H) 66.6 (L) 50.5 (P)	?
Bateria	4xAAA	4xAAA	4xAAA	?
Duração da bateria	300 utilizações		Consumo em standby: 30uA, em utilização 100mA a 220mA	?
Sinal sonoro?	Sim	?	Sim de bateria baixa	?
Sinal visual? (Luz)	Sim	?	?	?
Bloqueio de segurança	Sim	?	?	?
Velocidade do sensor	<1s	?	<1s	?
Chave de emergência?	Sim	Sim	Sim	?
Resistente ao exterior	Não	?	Não	?
Incorporado no espelho	Não	Não	Sim	?
Outras características	Peso: 2,5Kg	Programação no local. CMOS Optical. Certificados : CE & FCC. False Acceptance Rate (FAR) < .0001% False Rejection Rate < .01%	FAR (False Accept Rate) < 1/100000. FRR (False Reject Rate) < 1/100.	?
	-15 a 70°C	-35 a 65°C	-8 - 85°C	?

Anexo D

Tabelas integrais do benchmarking para produtos MIX

Características	Nordic biometric mermaid	itouchless Bio-Matic	Vachette - Assa Abloy Verrou - RL1420	Yale - Assa Abloy YDM3109	Schlage Keypad AD200
Modelo					
tipologia	biométrica e/ou Keypad	RFID e/ou Keypad	Biométrico e/ou keypad	RFID e Keypad (opção de comando)	Keypad e/ou RFID
Imagem					
Preço	600 a 710€	240 €	?	300 €	370 a 600€
tamanho código			4 a 12	6 a 12	3 a 6
memória de códigos	120	150 Fingerprint users - 78 Passcode code users	20 impressões digitais		500 utilizadores
Anti-pânico?					
Dimensões				Exterior: 27(D)*68.6(W)*306.6(H) (mm) Interior: 37(D)*72.8(W)*306.6(H) (mm)	Exterior - 87.4 (W) x 240.3 (H) x 93.8mm (D). Interior - 87.4 (W) x 256,6 (H) x 75,2mm (D)
Tipo de Keypad	Teclado Físico	Teclado físico	Touchscreen	Touchscreen	Teclado físico
Espessuras de porta suportadas			35 a 45mm	40 a 80mm	45 a 70mm
Materiais utilizados	zinc-alloy structure.	Rugged, corrosion resistant steel		Zinco e aço INOX	
Bateria	4 (AA) alkaline battery, approx. external power supply port 6VDC (emergency)		4xAAA	4xAAA	4xAAA
Duração da bateria	3500 entries (~1 year @ 10 entries / day)	15,000 entries	1 ano (10 passagens por dia) - 120000 ciclos	1 ano (se 10 entradas por dia)	2anos
Sinal sonoro?	sim		Sim		Sim
Sinal visual? (Luz)					Sim
Bloqueio de segurança					Sim a partir do interior
Velocidade do sensor					<1s
Chave de emergência? Resistente ao exterior	sim sim	sim			Não
Incorporado no espelho					Sim
Outras características	a moleta pode ser reversível, podendo actuar na esquerda ou direita da porta	Low battery power warning alert. a moleta pode ser reversível, podendo actuar na esquerda ou direita da porta	Bloqueio da porta	Applied DIN standard (EN12209 certified)	

Características	Axis Biometrics	iTouchless	gateman	Irevo Gateman
Modelo	Axis Biometrics USB Fingerprint Lock	Bio-Matic Fingerprint Deadbolt Door Lock	f100 - H	P180
tipologia	Keypad e/ou Biométrico	Keypad e/ou Biométrico	Keypad e biométrico	Keypad ou Chave especifica
Imagem				
Preço	530 €	265 €	325 €	200 €
tamanho código		até 8 dígitos	6 a 12	4 a 12 dígitos
memória de códigos	1000 utilizadores	150 impressões digitais e 78 códigos	20 pessoas	até 9 chaves
Anti-pânico?				
Dimensões	241,5 x 81,3 x 38mm	242 L x 68,6W x 76,2mm H	60 X 284 X 27 mm	Interior : 26(D) x 76(W) x 295(H) mm. Exterior: 40(D) x 75(W) x 298(H) mm
Tipo de Keypad		Teclado físico		Teclado físico
Espessuras de porta suportadas	35 a 57mm	38 a 60mm		40 a 55mm
Materiais utilizados	Inox escovado	Inox escovado	zync; abs;	
Bateria	4xAAA ou conexão exterior	4xAAA	4xAAA	4xAAA com backup 1x9V
Duração da bateria	> 7000 operações	15000 operações	12 meses	
Sinal sonoro?		Sim	sim	Sim
Sinal visual? (Luz)		Sim	sim	Sim
Bloqueio de segurança		?		Sim
Velocidade do sensor	<1s	?	0.39 sec	
Chave de emergência?	Sim, ligação por pilha de 9V externa	Sim		Sim
Resistente ao exterior	Não	Não	não	
Incorporado no espelho	Sim	Sim	sim	
Outras características	leitor CMOS Optical. Certificados: CE, FCC, ANSI, UL			Auto lock