

## Interfaces alternativas para brinquedos adaptados

**Marcos Soares** (Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, Portugal).

**Wilson Conniott** (Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, Portugal).

**Hugo Gomes** (Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, Portugal; Instituto de Telecomunicações. Aveiro, Portugal).

**Nuno Vieira Lopes** (Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, Portugal; Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal).

### Resumo:

O presente artigo descreve o trabalho desenvolvido durante o ano letivo 2015/2016 no âmbito da unidade curricular de Projeto em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores do curso de Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG). São apresentadas ideias e objetivos, bem como as metodologias de trabalho utilizadas e os protótipos desenvolvidos de forma a tornar a interação de crianças com brinquedos adaptados mais simples e divertida. Em conjunto com a campanha "Mil Brinquedos Mil Sorrisos" foram definidas algumas estratégias para melhorar esta interação através da inovação e melhoramento dos dispositivos já desenvolvidos.

Numa primeira abordagem foi efetuada uma pesquisa sobre as interfaces alternativas já existentes para brinquedos adaptados, sobre os requisitos necessários para cada sistema, o funcionamento e consumos energéticos de cada dispositivo e custos associados.

Foram criados dois sistemas de interação: um com fios e outro sem fios, sendo este último constituído por dois elementos (interruptor emissor e recetor). Associado a este sistema sem fios, foi também desenvolvida uma aplicação para dispositivos móveis (sistema operativo Android) que permite ativar o brinquedo adaptado a partir de um *Smartphone* ou *Tablet*.

**Palavras-chave:** Incapacidade; Tecnologia de apoio; Brinquedos; Android

### Abstract:

This article describes the work developed during the academic year 2015/2016 within the scope of the curricular unit of Project of the Undergraduate in Electrical and Computer Engineering of the Superior School of Technology and Management (ESTG). Ideas and objectives are presented, as well as the used

methodologies and the prototypes developed in order to make the interaction between children and adapted toys easier and fun. In close touch with the campaign "Mil Brinquedos Mil Sorrisos" some strategies were defined together to improve this interaction through innovation and improvement of devices already developed.

In a first approach, a research on existing alternative interfaces for adapted toys was done. The necessary requirements for each system, their operation method, energy consumption and price were also addressed.

Two interaction systems were developed: a wired and a wireless system. The latter system involves two elements: an emitter and a receiver. Associated with this wireless system, an Android mobile application was developed to activate the adapted toy using a Smartphone or Tablet.

**Keywords:** Disability; Assistive Technology; Toys; Android

## **Introdução**

O trabalho aqui apresentado foi realizado durante o ano letivo 2015/2016 no âmbito da Unidade Curricular de Projeto em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores do curso de Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da ESTG do Instituto Politécnico de Leiria (IPL). Este trabalho visa ser um contributo mais técnico para a campanha Mil Brinquedos Mil Sorrisos (Mil Brinquedos Mil Sorrisos, 2016) que há oito anos o Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE) da ESTG, juntamente com o Centro de Recursos para a Inclusão Digital (CRID) (Centro de Recursos para a Inclusão Digital, 2016), tem voluntariamente contribuído para a adaptação de brinquedos eletrónicos normais de forma a poderem ser utilizados por crianças e jovens problemas severos de motricidade. Os brinquedos recolhidos para a campanha são triados, sendo apenas adaptados os que contêm um sistema eletrónico não demasiado complexo. Esta adaptação é geralmente feita no circuito de acionamento do brinquedo (interruptor ON/OFF ou similar), permitindo que este possa ser acionado por meio de um interruptor externo adaptado às características da criança. A adaptação dos brinquedos desta campanha é realizada por estudantes e professores voluntários do DEE e posteriormente são distribuídos por várias instituições ou equipas de intervenção precoce.

### *Enquadramento e motivação*

As interfaces de acionamento dos brinquedos (vulgarmente designados de interruptores) mais utilizados neste tipo de brinquedos são interfaces de contacto, mais simples de construir e conseqüentemente de menor custo. No entanto, com este tipo de interruptores, verifica-se que algumas crianças sentem dificuldade em acionar este tipo de interfaces, devido à necessidade de aplicar alguma pressão para o seu acionamento, o que por vezes, em casos mais extremos, tornar o processo para a criança/jovem doloroso e desconfortável. De forma a minimizar ou até anular a necessidade de efetuar pressão ponderou-se o desenvolvimento de interruptores de proximidade. Neste tipo de interruptores basta a aproximação de uma zona do corpo (mãos, pés ou mesmo a cabeça) para que se proceda à ativação do brinquedo.

Outra dificuldade que foi identificada aquando do estudo das soluções existentes no mercado, é o facto de o interruptor se encontrar ligado ao brinquedo através de um fio limita o raio de ação do brinquedo. Esta limitação perturba os próprios movimentos do brinquedo, impede a interação com o brinquedo a maiores distâncias e dificulta a utilização do sistema. Foi aqui que se centrou a segunda parte do projeto, tendo sido estudados e desenvolvidos interfaces sem fios (físicos e digitais) de forma a mitigar estas limitações.

Ainda nos casos estudados estudou-se a possibilidade de ativar mais do que um brinquedo a partir do mesmo interruptor ou ativar várias funcionalidades do mesmo brinquedo em brinquedos multifunções. Algumas destas opções foram contempladas nos protótipos desenvolvidos.

Um dos principais motivos do desenvolvimento do presente projeto resultou do custo elevado de algumas soluções comerciais, impedindo a maioria das instituições e/ou equipas de intervenção de adquirir este tipo interfaces em número suficiente para fazer face às suas necessidades reais. Era assim imperativo o desenvolvimento de uma solução que fosse atrativa também do ponto de vista económico.

### *Objetivos do trabalho*

O principal objetivo deste trabalho é a criação de vários tipos de interfaces de acionamento dos brinquedos que se adaptem às limitações físicas das crianças que diariamente brincam com os

brinquedos adaptados na campanha Mil Brinquedos Mil Sorrisos e que ultrapassem as limitações descritas anteriormente.

O primeiro objetivo deste trabalho foi o projeto e desenvolvimento de um interruptor de proximidade com fios, alimentado com uma bateria interna, que pudesse ser facilmente utilizado e carregado utilizando um vulgar carregador de telemóvel.

O segundo objetivo foi a criação de um interruptor de proximidade com duas zonas de ação, utilizando um protocolo de comunicação sem fios de forma que o interruptor e o brinquedo não se encontrassem fisicamente ligados. Neste segundo objetivo, foi necessário o projeto de um módulo emissor (interruptor) com dois sensores de proximidade e um módulo recetor com múltiplas saídas que ficará ligado a um ou mais brinquedos. Por fim, após boa conclusão dos objetivos anteriores, foi desenvolvida uma aplicação de acionamento de brinquedos para dispositivos com sistema operativo *Android*, que substitui o módulo emissor por um *Smartphone* ou *Tablet* tirando partido do sensor de proximidade e do visor sensível ao toque existente nestes tipos de dispositivos.

## **Enquadramento Teórico-Científico**

De forma a contextualizar a necessidade e viabilidade do projeto desenvolvido, as soluções disponíveis e as necessidades ainda existentes procedeu-se à realização de um estudo sobre periféricos de acessibilidade, principais características e suas limitações.

Os periféricos de acessibilidade são dispositivos que constituem uma alternativa à forma convencional de aceder ou inserir informação num computador ou dispositivo eletrónico, substituindo o interruptor tradicional On/Off, botões de pressão de difícil acesso, telecomandos, teclados convencionais e/ou o rato de computador. São extremamente úteis para crianças mais novas, para aprendizes com necessidades especiais e para todos os jovens e adultos que necessitem de ajudas técnicas para acesso a dispositivos eletrónicos.

Dentro desta categoria de periféricos encontram-se os interruptores nos quais se centrou o nosso estudo. Estes interruptores possuem um tamanho maior e apresentam características específicas que facilitam o

acesso a qualquer dispositivo, nomeadamente a brinquedos adaptados. Atualmente já existem no mercado vários interruptores concebidos para este fim. Assim entre os dispositivos pesquisados podem-se apresentar como exemplo o "Candy Corn Proximity Sensor Switch", o "Specs Switch" ou o "BIGmack" (AbleNet, 2015). A lista de interfaces encontradas não é muito extensa, devido à sua especificidade e relativa baixa procura.

Entre os vários tipos de dispositivos pesquisados são apresentados na Tabela 1, as suas principais características e preço aproximado.

Tabela 1 - Comparação de interfaces de acionamento.

Designação	Principais características	Preço aproximado
Candy Corn Proximity Sensor Switch 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de proximidade;</li> <li>• Possui sinais auditórios e visuais à ativação;</li> <li>• Fonte de energia – pilha de lítio de 3V;</li> <li>• Dimensões de 50x50x50 mm;</li> <li>• Conexão feita através de um cabo de 3.5 mm.</li> </ul>	180€
Specs Switch 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de pressão;</li> <li>• 3.5 cm de diâmetro;</li> <li>• Conexão feita através de um cabo de 3.5 mm.</li> </ul>	60€
BIGmack 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de pressão;</li> <li>• Possui sinais sonoros à ativação;</li> <li>• Permite gravação e reprodução de mensagens de voz até 2 minutos;</li> <li>• Fonte de energia – pilha alcalina de 9V;</li> <li>• 6.35 cm de diâmetro;</li> <li>• Conexão feita através de um cabo de 3.5 mm.</li> </ul>	125€
LITTLE Step-by-Step Gameplay	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de pressão;</li> <li>• Permite gravação e reprodução de mensagens de voz até 4 minutos;</li> </ul>	180€

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 modos de funcionamento (reprodução aleatória, reprodução aleatória com eliminação da última mensagem, reprodução por escolha do utilizador);</li> <li>• Fonte de energia – pilha alcalina de 9V;</li> <li>• Inclui acessórios (cintas e base de fixação);</li> <li>• Conexão feita através de um cabo de 3.5mm.</li> </ul>	
<p>Mini Beamer Transmitter &amp; Mini Beamer Receiver</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor sem fios composto por um módulo emissor e recetor;</li> <li>• Interruptor de proximidade;</li> <li>• Possui sinais sonoros e visuais à ativação;</li> <li>• Possibilidade de conexão através de um cabo de 3.5 mm;</li> <li>• Alcance de comunicação de 10 m;</li> <li>• 4 modos de funcionamento (direto, latch, minutos, segundos).</li> </ul>	230€
<p>Interruptor desenvolvido pelo DEE</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de proximidade;</li> <li>• Possui sinais visuais à ativação;</li> <li>• Fonte de energia – pilha alcalina de 9V;</li> <li>• Conexão feita através de um cabo de 3.5 mm.</li> </ul>	38€

## Metodologia

Neste capítulo serão descritos os vários sistemas desenvolvidos com particular relevo para as questões técnicas e funcionais de cada um.

### *Interruptor de proximidade com fios*

Partindo de um projeto desenvolvido anteriormente pelo DEE, criou-se o primeiro interruptor adicionando algumas novas características e funcionalidades entre as quais se destacam:

- alteração de pilhas convencionais por uma bateria recarregável de Polímeros de Lítio (LiPo), recarregável com um comum carregador de telemóvel com ficha micro USB (*Universal Serial Bus*);
- redução das dimensões e peso do interruptor, sendo assim mais fácil e prático de manusear;

- utilização de um relé de estado sólido que elimina o ruído produzido pelos contactos mecânicos e aumenta a durabilidade do interruptor;
- desenvolvimento de um circuito eletrónico mais simples e eficiente, o que torna o interruptor mais económico e de menor consumo energético.

Com a introdução das funcionalidades apresentadas, foi projetado um interruptor cujo diagrama de blocos se encontra ilustrado na Figura 1. Destacam-se três zonas distintas: alimentação, regulação de tensão e deteção e comando. A zona da alimentação é constituída pela bateria e pelo respetivo carregador, responsável pela gestão do processo de carga. Nesta zona existem ainda dois LEDs (Díodos Emissores de Luz) que indicam ao utilizador se o interruptor se encontra ligado ao carregador e/ou se a bateria já se encontra completamente carregada. A zona de regulação é responsável por regular a tensão proveniente da bateria para um valor constante e impedir que a bateria descarregue demasiado, prolongando a sua vida útil. Nesta secção existe ainda um LED indicador do estado do interruptor. A zona de deteção e comando é constituída pelo sensor de proximidade e pelo relé. Quando ocorrer deteção existe uma indicação visual através de um LED de cor azul.

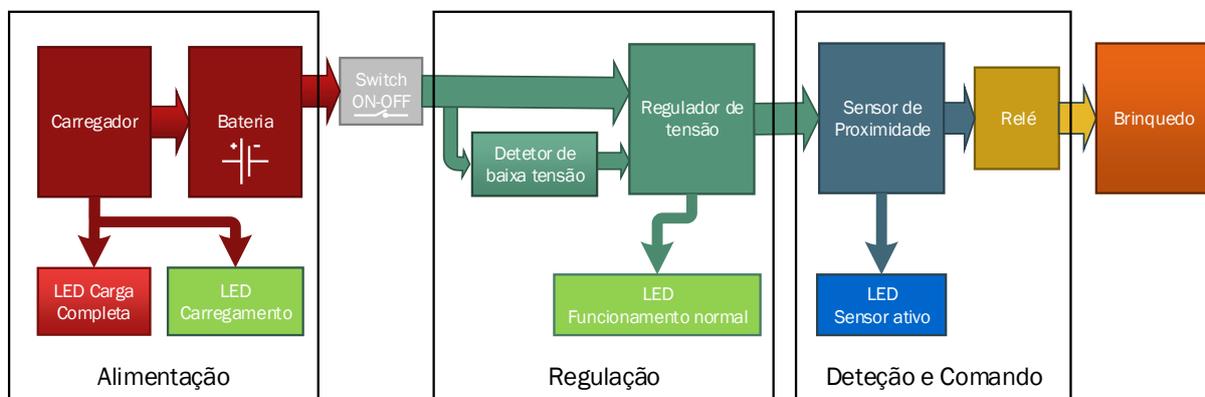


Figura 1 – Diagrama blocos do interruptor com fios.

O brinquedo é acionado sempre que uma parte do corpo (mão, pé, face, etc) se aproxima da área de deteção do sensor de proximidade, exteriormente identificada por uma zona colorida (Figura 2).



Figura 2 – Aspeto exterior do interruptor com fios.

### *Interruptor de proximidade sem fios*

O sistema sem fios tem como objetivo conseguir ativar o brinquedo sem que o interruptor esteja fisicamente ligado a este. Este objetivo implica a existência de um módulo emissor (interruptor) e um módulo recetor que comunicarão por radiofrequência. Dos vários protocolos para comunicação à distância existentes atualmente (*Bluetooth, ZigBee, WIFI*, etc) foi escolhido o protocolo *Bluetooth* por estar presente na larga maioria dos dispositivos móveis como os *Smartphones* ou *Tablets*, sendo desta forma também possível a utilização destes dispositivos para controlar o brinquedo remotamente.

Para além da comunicação sem fios, foi acrescentado a esta interface duas zonas de deteção (ao invés de uma zona apenas como no protótipo anterior) permitindo o controlo de dois brinquedos ou de duas funcionalidades distintas do mesmo brinquedo a partir de um único interruptor.

A primeira abordagem utilizada para realizar a conexão entre os módulos emissor e recetor foi baseada no protocolo *Bluetooth Low Energy* (BLE), por ter um consumo energético mais reduzido (prolongando o tempo de carga da bateria). Para realizar esta conexão foi utilizado o módulo RN4020 fabricado pela *Microchip* (Inc, Microchip Technology, 2015). Uma vez que este módulo permite programação possibilita a leitura e a ativação de entradas e saídas digitais sem necessidade de um microcontrolador, tornando o sistema mais simples, pequeno, barato e de menor consumo.

Na conceção do módulo emissor tomou-se como base o interruptor com fios. As diferenças relativamente ao seu antecessor são o facto de apresentar duas áreas de deteção, um módulo de comunicação sem fiose um LED indicação de conexão estabelecida na zona de Deteção e Comando (Figura 3).

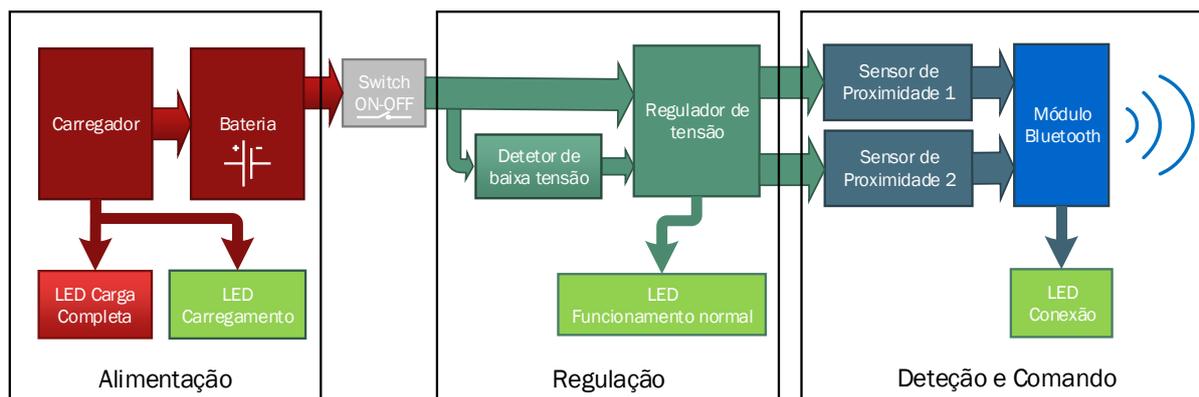


Figura 3 – Diagrama de blocos do módulo emissor.

O módulo recetor é o módulo mais complexo, projetado e desenvolvido para dois modos de comunicação (emissor próprio ou dispositivo móvel). Esta dupla funcionalidade, representada no diagrama de blocos da Figura 4, tem como finalidade receber informação proveniente de um dispositivo emissor, acionando um ou mais brinquedos consoante as ligações físicas associadas e as permissões dos emissores conectados.

Cabe ao utilizador fazer a escolha do dispositivo emissor (interruptor sem fios ou um dispositivo Android) para controlar o brinquedo. Assim é introduzido um seletor de três posições que alternará entre uma das duas escolhas referidas e o desligar do módulo.

Para gerir a diversidade de informação recebida foi necessário incorporar um microcontrolador de forma a decodificar a informação que chega ao módulo Bluetooth e atuar de acordo com o pretendido.

Como o módulo recetor terá de se encontrar ligado ao(s) brinquedo(s) que se pretende ativar, teve-se o cuidado de se projetar um módulo de reduzidas dimensões. O aspeto exterior dos módulos sem fios pode ser observado na Figura 5.

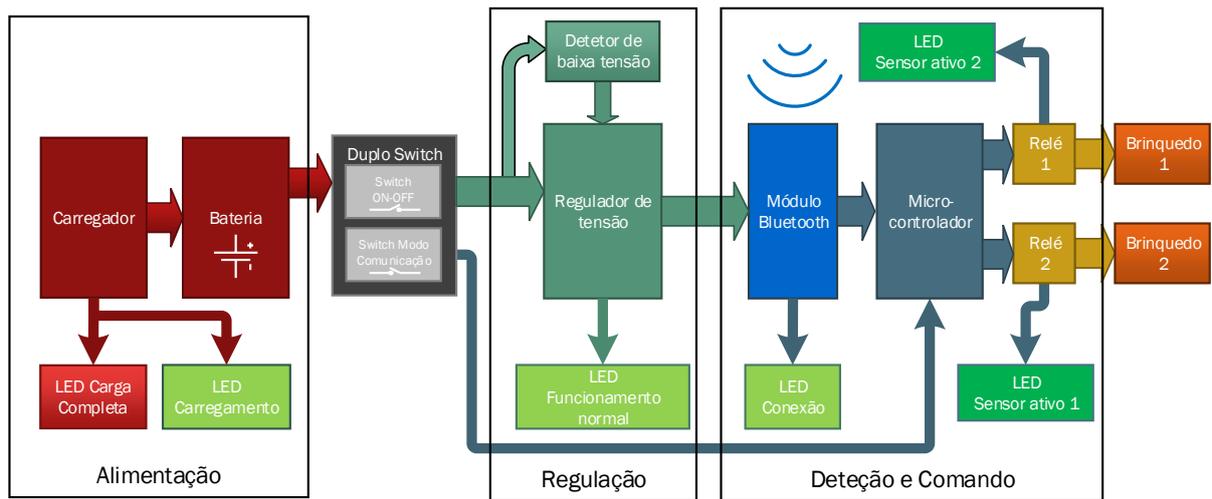


Figura 4 – Diagrama de blocos do módulo recetor.



Figura 5 – Módulos recetor (esquerda) e emissor (direita).

No final do projeto, de modo a poder ser utilizado um *Smartphone* ou *Tablet* para ativar os brinquedos foi desenvolvida uma aplicação Android que permitisse a comunicação com o módulo recetor desenvolvido.

Para a elaboração da nossa aplicação recorreu-se ao *software* de desenvolvimento *Android Studio* (Android Studio, 2016) desenvolvido pela Google. Convém salientar que o protocolo BLE apenas é suportado para Android versão 4.3 ou superior.

A aplicação é bastante intuitiva, aparecendo no primeiro ecrã uma lista dos dispositivos disponíveis aos quais o utilizador se poderá conectar (Figura 6).

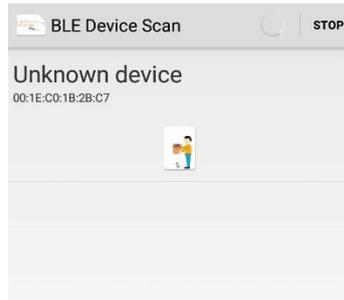


Figura 6 – Dispositivos para estabelecimento da ligação.

Para se realizar uma ligação ao módulo recetor é necessário que no recetor tenha sido selecionado que o dispositivo emissor será um dispositivo Android, caso contrário não aparecerá na lista de dispositivos disponíveis.

Após a ligação com o módulo recetor, a aplicação apresenta ao utilizador um menu no qual poderá escolher o número de brinquedos a controlar por toque no visor (dois ou quatro) ou ativação de um brinquedo apenas por aproximação (Figura 7). Esta última funcionalidade é possível graças ao sensor de proximidade já existente na maioria deste tipo de dispositivos.

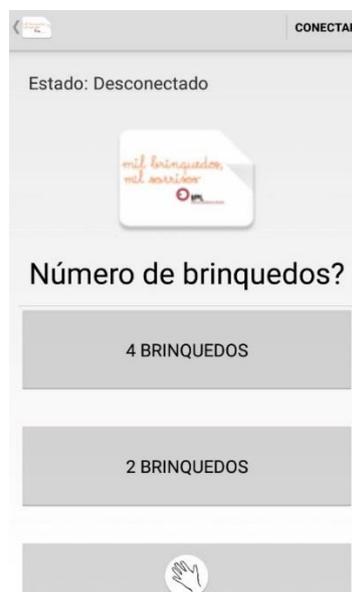


Figura 7 – Menu para escolha do número de brinquedos a controlar.

Quando o utilizador faz a sua escolha será apresentado um novo ecrã com o número escolhido de regiões sensíveis ao toque ou a indicação para aproximar a mão caso tenha sido escolhida a última opção (Figura 8).

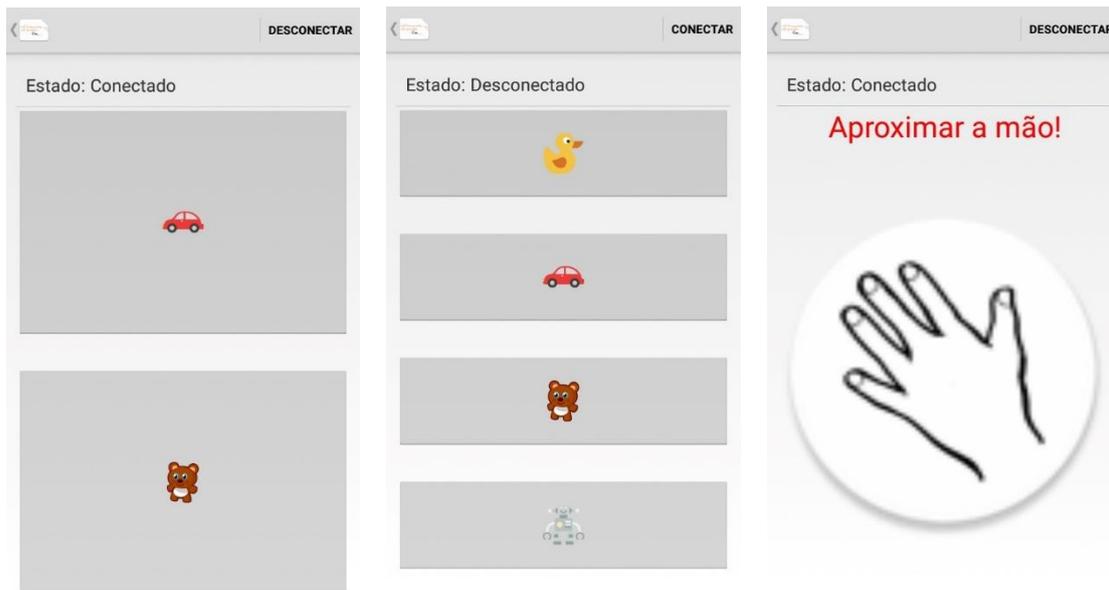


Figura 8 – Ecrã para controlo dos brinquedos.

Quando é detetado um toque nas regiões sensíveis, estas alteram a sua cor dando indicação de uma deteção válida e no caso do sensor de proximidade, surgirá uma nova imagem quando ocorrer a deteção.

## Resultados e discussão

Após a construção dos vários interruptores foram realizados os testes, primeiramente com o interruptor com fios e seguidamente com os módulos do interruptor sem fios.

O primeiro teste foi verificar se o módulo de carregamento estava a funcionar como o desejado. Para tal conectou-se um carregador de telemóvel na entrada USB do interruptor e verificou-se que os LEDs destinados à entrada USB e ao estado de carregamento da bateria acendiam. Ao fim de algumas horas o LED de carga completa (de cor vermelha) apaga indicando que a bateria estaria totalmente carregada. Como confirmação foi medido o valor da tensão aos terminais da bateria, obtendo-se 4.2V que é o valor típico para uma carga completa neste tipo de bateria.

Realizou-se o teste de funcionamento de todo o sistema tendo sido verificado que aquando da aproximação da mão, o LED azul de sensor ativo acendia como o esperado e o brinquedo era ativado. A Figura 9 ilustra um dos testes efetuados com o interruptor onde é visível a indicação luminosa azul (canto superior esquerdo do interruptor) quando a mão é aproximada da área de deteção. Foi

verificado que quando a mão se encontrava a uma distância de 5mm da área de deteção havia já a ativação do brinquedo.



Figura 9 – Teste de com o interruptor com fios.

Também para o interruptor do sistema sem fios, o primeiro teste foi verificar se o carregamento da bateria estava a funcionar como o desejado. Tal como anteriormente, funcionou como esperado.

O teste seguinte foi verificar se os dois módulos se conectavam automaticamente. Para tal ligou-se o interruptor sem fios e no seletor do recetor foi escolhido que o emissor seria o interruptor sem fios. Verificou-se que eles se conectaram automaticamente ligando em ambas os módulos os LEDs de indicação de conexão.

Como ilustrado na Figura 10, quando o interruptor sem fios está conectado com o recetor, ao se aproximar a mão das áreas de deteção do interruptor, no módulo recetor são ligados os LEDs de sensor ativo e o brinquedo é ativado também.



Figura 10 - Teste da comunicação entre o interruptor sem fios e o módulo recetor.

No fim realizaram-se os testes com a aplicação desenvolvida. Depois de se estabelecer uma conexão entre o dispositivo móvel e o recetor foi realizada a escolha de uma das opções da aplicação e verificou-se ser possível acionar os brinquedos utilizando tanto o toque no visor (Figura 11), quer o sensor de proximidade do dispositivo (Figura 12).

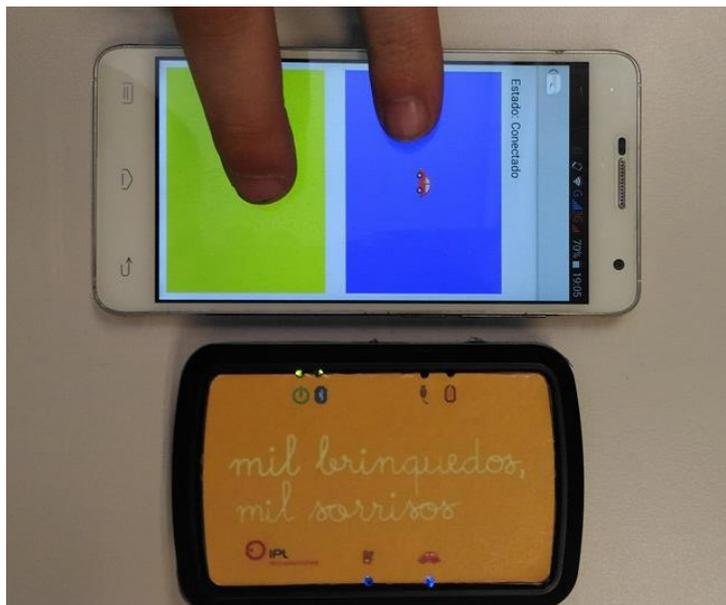


Figura 11 – Teste da comunicação entre o dispositivo Android e o módulo recetor.

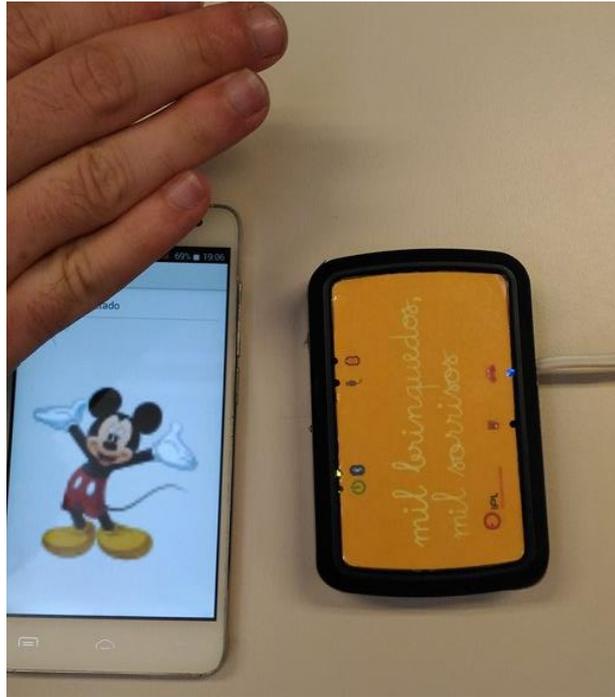


Figura 12 – Teste com o sensor proximidade do dispositivo Android.

Os resultados dos testes revelaram-se positivos e validaram os principais objetivos do projeto desenvolvido e metas a atingir.

## **Conclusões e trabalho futuro**

Este trabalho descreve o desenvolvimento e teste de interfaces alternativas para o de brinquedos adaptados no âmbito da campanha "Mil brinquedos, Mil Sorrisos". Quer o interruptor com fios quer o interruptor sem fios se mostraram fiáveis durante os vários testes realizados podendo por isso ser uma alternativa funcional, apelativa e economicamente competitiva face aos sistemas já disponibilizados comercialmente que foram pesquisados e analisados no início deste trabalho.

Particularizando, o interruptor com fios descrito neste trabalho tem um custo aproximado de 30€ enquanto o interruptor sem fios constituído pelo interruptor e módulo recetor tem um custo aproximado de 80€. Caso se opte pela aquisição apenas do módulo recetor, para a utilização em conjunto com um dispositivo móvel com sistema operativo *Android*, este tem um custo de aproximadamente 40€. No entanto, estes custos poderão ser mais reduzidos caso se produzam em lote.

Embora ambos os sistemas se encontrem funcionais, existem alterações e/ou inovações que se podem implementar, como a introdução de novos métodos de ativação dos brinquedos através de outros sensores disponíveis em *Tablets* ou *Smartphones* (como por exemplo os sensores inerciais, som, etc), o desenvolvimento de interruptores mais versáteis que permitam ativar mais funções de um só brinquedo, a interação entre vários interruptores/recetores ou o desenvolvimento de módulos recetores miniaturizados capazes de serem ocultados no interior dos brinquedos adaptados.

## **Referências bibliográficas**

AbleNet. (2015). Acedido em 20 de Outubro, 2015, em <https://www.ablenetinc.com>

Android Studio. (2016). Android Studio The Official IDE for Android. Acedido em 5 de janeiro, 2016, em <https://developer.android.com/studio/index.html>

Centro de Recursos para a Inclusão Digital. (2016). Acedido em 7 de Setembro, 2016, em Centro de Recursos para a Inclusão Digital: <http://crid.esecs.ipleiria.pt/>

Inc, Microchip Technology. (2015). RN4020 Bluetooth Low Energy PICtail/PICtail Plus. Acedido em 2 de Outubro, 2015, em <http://www.microchip.com/DevelopmentTools/ProductDetails.aspx?PartNO=rn-4020-pictail>

Mil Brinquedos Mil Sorrisos. (2016). Acedido em 20 de Setembro, 2015, em Mil Brinquedos Mil Sorrisos: <http://www.milbrinquedos.ipleiria.pt/a-campanha/>