



Departamento de Matemática e  
Engenharias

# wow! floor

**Framework de Visão Computacional**

**Autor:** Magno Roberto Jesus Sousa

Funchal  
2008



Departamento de Matemática e  
Engenharias



**Framework de Visão Computacional**

Tese submetida à Universidade da Madeira para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Informática

**Autor:** Magno Roberto Jesus Sousa

**Orientador:** Eng. Pedro Campos

Funchal

2008

## ***Agradecimentos***

Ao engenheiro Pedro Campos pela orientação e apoio ao longo de todo o período do mestrado.

Aos meus colegas Francisco Perestrelo e Carlos Ferreira pela ajuda na montagem do equipamento e participação nos testes.

À Wow!Systems pela oportunidade disponibilizada de testar o tapete interactivo numa exposição pública.

À Universidade da Madeira pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A todos os que ajudaram a fazer os testes necessários aos protótipos.

## **Resumo**

Os tapetes interactivos são uma nova forma de interagir com sistemas informáticos de uma forma natural proporcionando uma experiência inovadora e cativando os utilizadores a interagirem com o conteúdo multimédia apresentado. No entanto é necessário encontrar formas de melhorar as Frameworks para que estas sejam mais flexíveis e fáceis de utilizar, e melhorar os tapetes interactivos para que sejam mais apelativos e mais naturais. Para isso estudou-se vários sistemas de tapetes interactivos de forma a determinar quais as principais funcionalidades das suas Frameworks, quais as arquitecturas de montagem mais favoráveis e que tipos de protótipos são mais comuns. O estudo efectuado levou à construção de sistema interactivo com um custo reduzido e com resultados satisfatórios que nos permitiram verificar que os tapetes interactivos são uma boa aposta para o futuro essencialmente nas áreas de marketing e publicidade, cultura, educação e lazer.

**Palavras-chave:** tapete interactivo, Framework, protótipos, marketing, publicidade, cultura, educação, lazer.

## **Abstract**

Interactive floors are a new way of interacting with computer systems in a natural form providing a unique experience and persuading users to interact with the presented multimedia content. However it is necessary to find means to improve Frameworks so they can be more flexible and easy to use, and to improve the interactive floors so they can be more attractive and more natural. To achieve it we studied several interactive floor systems hoping to find the main functionality of their Frameworks, the best assembly architecture and the most common type of prototypes. The study helped us develop a low cost interactive system with satisfactory results that allowed us to verify that interactive floors are a great bet for the future, essentially on areas like marketing and advertising, culture, education and leisure.

**Keywords:** interactive floor, Framework, prototypes, marketing, advertising, culture, education, leisure.

# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1. DESAFIO .....	12
1.2. MOTIVAÇÃO .....	12
1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	12
<b>2. ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>14</b>
2.1. FEEDTANK .....	14
2.2. DISPLAX .....	15
2.3. IMPRESSX .....	16
2.4. CATCHYOO .....	16
2.5. LIGHTSPACE .....	17
2.6. SIA INTERACTIVE .....	18
2.7. LUMINVISION .....	19
2.8. SENSITIVE.FLOOR .....	19
<b>3. EQUIPAMENTO E TECNOLOGIAS .....</b>	<b>21</b>
3.1. EQUIPAMENTO .....	21
3.2. TECNOLOGIAS .....	23
<b>4. DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS.....</b>	<b>24</b>
4.1. FOLLOW .....	24
4.2. JOHNNY WALKER (EFEITO LAVA).....	25
4.3. EFEITO ÁGUA.....	26
4.4. EFEITO FOGO-DE-ARTIFÍCIO .....	27
4.5. JOGO DE FUTEBOL .....	28
4.6. SPRAY REVEAL .....	30
4.7. FLIPPING TILES .....	31
4.8. FALLING TILES .....	32
4.9. DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	33
<b>5. A FRAMEWORK.....</b>	<b>35</b>
5.1. CASOS DE UTILIZAÇÃO.....	35

5.2. ARQUITECTURA .....	40
5.3. INTERFACE GRÁFICO .....	42
5.4. INSTALAÇÃO.....	50
5.5. PROBLEMAS CONHECIDOS.....	51
5.6. DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	51
<b>6. TESTES E OBSERVAÇÕES .....</b>	<b>53</b>
6.1. TESTES NA UNIVERSIDADE DA MADEIRA .....	53
6.2. EXPOSIÇÃO DA DRAC FUNCHAL 500 ANOS.....	55
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>8. FUTURO DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>61</b>
<b>9. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>

## Índice de Figuras

FIGURA 1 - DANCE FLOOR MOVES NUM PASSEIO PÚBLICO.....	14
FIGURA 2 - TAPETE INTERACTIVO DA DISPLAX.....	15
FIGURA 3 - POOLSYSTEM E ALGUNS DOS PROTÓTIPOS DISPONÍVEIS. ....	16
FIGURA 4 - SISTEMA INTERACTIVO PLAYGROUND DA CATCHYOO. ....	17
FIGURA 5 - SISTEMA INTERACTIVO DA LIGHTSPACE.....	18
FIGURA 6 - CAMERACTION DA SIA INTERACTIVE. ....	18
FIGURA 7 - ALGUNS DOS PROTÓTIPOS DA LUMINVISION.....	19
FIGURA 8 - ALGUNS DOS PROTÓTIPOS DO SENSITIVE.FLOOR.....	20
FIGURA 9 - RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DA PROJEÇÃO A LUZ AMBIENTE E OS LUMENS NECESSÁRIOS PARA TERMOS UMA BOA PROJEÇÃO. ....	22
FIGURA 10 - ARQUITECTURA DE MONTAGEM DO EQUIPAMENTO.....	23
FIGURA 11 - EFEITO FOLLOW TESTADO COM A CÂMARA INFRATERMELHA. ....	24
FIGURA 12 - EFEITO LAVA FAZENDO PUBLICIDADE À BEBIDA JOHNNY WALKER.....	25
FIGURA 13 - DIAGRAMA DE ESTADOS DO EFEITO LAVA.....	25
FIGURA 14 - VERSÃO DO EFEITO DE ÁGUA PARA UM ÚNICO INDIVÍDUO A INTERAGIR COM O TAPETE. ....	26
FIGURA 15 - VERSÃO DO EFEITO DE ÁGUA PARA INTERACÇÃO DE VÁRIOS INDIVÍDUOS COM O TAPETE.....	26
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE ESTADOS DO EFEITO ÁGUA. ....	27
FIGURA 17 - VERSÃO ACTUAL DO EFEITO DE ÁGUA.....	27
FIGURA 18 - EFEITO DE FOGO-DE-ARTIFÍCIO.....	28
FIGURA 19 - PRIMEIRO PROTÓTIPO DO JOGO FUTEBOL. ....	29
FIGURA 20 - VERSÃO ACTUAL DO JOGO DE FUTEBOL.....	29
FIGURA 21 - DIAGRAMA DE ESTADOS DO JOGO DE FUTEBOL. ....	30
FIGURA 22 - EFEITO SPRAY REVEAL ALUSIVO À MARCA “ADIDAS”. ....	30
FIGURA 23 - DIAGRAMA DE ESTADOS GENERALIZADO DO EFEITO DE REVEAL. ....	31
FIGURA 24 - FLIPPING TILES PUBLICITANDO A SÉRIE TELEVISIVA "OS SIMPSONS". ....	32
FIGURA 25 - FALLING TILES MOSTRANDO IMAGENS DO CAMPEONATO MUNDIAL DE RALIS (WRC). ....	32
FIGURA 26 - DIAGRAMA DE CASOS DE UTILIZAÇÃO DA FRAMEWORK.....	35
FIGURA 27 - PROCESSO DE CRIAÇÃO DE UMA NOVA PROJEÇÃO.....	36



FIGURA 28 - PROCESSO DE ABERTURA DE UMA PROJECCÃO EXISTENTE. ....	37
FIGURA 29 - PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DA PROJECCÃO. ....	38
FIGURA 30 - PROCESSO DE CONFIGURAÇÃO DE UM PROTÓTIPO. ....	39
FIGURA 31 - PROCESSO DE EXECUÇÃO DE UMA PROJECCÃO. ....	40
FIGURA 32 - MODELO DA ARQUITECTURA DA FRAMEWORK. ....	40
FIGURA 33 - ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA DE FICHEIROS EXEMPLO. ....	42
FIGURA 34 - JANELA INICIAL DA APLICAÇÃO. ....	43
FIGURA 35 - CRIAÇÃO DE UMA NOVA PROJECCÃO. ....	43
FIGURA 36 - ABERTURA DE UMA PROJECCÃO EXISTENTE. ....	44
FIGURA 37 - JANELA DE OPERAÇÕES DA PROJECCÃO. ....	45
FIGURA 38 - DEFINIÇÃO DA ÁREA DE PROJECCÃO NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO. ....	46
FIGURA 39 - DEFINIÇÃO DA SENSIBILIDADE DA DETECÇÃO DE MOVIMENTO NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO. ....	47
FIGURA 40 - JANELA COM A LISTA DOS PROTÓTIPOS DISPONÍVEIS PARA CONFIGURAÇÃO. ....	48
FIGURA 41 - JANELA DE CONFIGURAÇÃO DO JOGO DE FUTEBOL. ....	49
FIGURA 42 - JANELA DE ARRANQUE DOS PROTÓTIPOS. ....	50
FIGURA 43 - TESTE DO PROTÓTIPO SPRAY REVEAL NUMA PAREDE. ....	53
FIGURA 44 - SUPORTE CONSTRUÍDO A PARTIR DE RESTOS DE MATERIAIS PARA COLOCAR O PROJECTOR NA VARANDA DO PISO 0 DA UMA. ....	54
FIGURA 45 - TESTES EFECTUADOS ÀS PRIMEIRAS VERSÕES DOS PROTÓTIPOS. ....	54
FIGURA 46 - SUPORTE DISPONIBILIZADO COM O EQUIPAMENTO MONTADO. ....	56
FIGURA 47 - TAPETE INTERACTIVO MONTADO PARA EXPOSIÇÃO. ....	57
FIGURA 48 - ACESSO AOS COMPUTADORES PARA CONFIGURAÇÃO DOS TAPETES. ....	58

## ***Acrónimos***

**DRAC** – Direcção Regional dos Assuntos Culturais

**JMF** – Java Media Framework

**MVC** - Model View Controller

**PDF** – Portable Data Format

**UMa** – Universidade da Madeira

**XML** – Extensible Markup Language

## 1. Introdução

Desde a invenção do primeiro computador, ao aparecimento da internet e dos dispositivos móveis, a sociedade tem vindo a utilizar e a depender cada vez mais de novas tecnologias no seu dia-a-dia. A era digital veio para ficar e com ela surgiram novas formas de adquirir e utilizar informação para diversos fins, desde publicidade, aprendizagem, arte e lazer. A transformação da informação em conteúdo interactivo vem tirar partido de todos os sentidos do ser humano para que haja uma maior absorção da informação por este. A interactividade cativa indivíduos de todas as faixas etárias e torna todo o processo de adquirir informação mais divertido e menos frustrante.

Actualmente a interacção com os sistemas informáticos através do rato e do teclado está a tornar-se cada vez mais obsoleta devido ao desenvolvimento de superfícies sensíveis ao multi-toque, captura de movimento, reconhecimento de voz, reconhecimento facial, etc. A sinergia entre estas novas tecnologias e o conteúdo interactivo vêm oferecer a diversas áreas, não só novas formas de difusão de informação, mas uma forma mais eficiente desta ser absorvida pelas pessoas.

Por todo o mundo têm surgido sistemas interactivos que tiram partido do movimento natural do corpo humano para interacção com conteúdo multimédia. Estes sistemas são aplicados em marketing, eventos culturais e de lazer, e na aprendizagem. De entre esses sistemas destaca-se uma nova forma de interacção através da projecção de conteúdo interactivo para o chão, os chamados “tapetes interactivos”. Os tapetes interactivos já não são novidade a nível internacional onde a sua utilização têm vindo a mover uma grande massa humana a feiras, eventos e outros espaços não só de lazer, mas também de cultura como museus e parques de ciência.

## 1.1. Desafio

A partir de uma análise aos sistemas de projecção existentes actualmente pretende-se desenhar e construir uma Framework que combine os aspectos positivos desses sistemas. A Framework deverá ser desenvolvida em Java e deve tirar partido de um projector e de uma câmara infravermelha para construir um tapete interactivo. Consequentemente serão desenvolvidos protótipos que cativem utilizadores a interagir com os conteúdos do tapete interactivo com o propósito de estudar os comportamentos antes, durante e depois da interacção. A partir do estudo feito pretende-se determinar a necessidade de adoptar novas abordagens para melhorar a absorção da informação retida no conteúdo multimédia.

## 1.2. Motivação

A exploração de novas formas de interagir com sistemas informáticos está a tornar-se cada mais importante no dia-a-dia. O objectivo é tornar essa interacção o mais natural possível para o utilizador. Os tapetes interactivos são uma forma inovadora de cativar os utilizadores a interagirem com conteúdo multimédia. Ao interagir com o conteúdo o utilizador está ao mesmo tempo a divertir-se e a assimilar a informação a ser apresentada. Este é um sistema que pode ser utilizado em diversas áreas, como marketing, educação, cultura, arte e lazer.

## 1.3. Estrutura do Documento

Após esta introdução são apresentados sete capítulos cujas descrições passo a referir seguindo a ordem de aparição destes no documento:

- **2. Estado da Arte** - começa por analisar Frameworks interactivas de várias empresas internacionais, com ênfase especial nos tapetes

interactivos. Nessa análise são abordadas as arquitecturas de montagem, protótipos disponíveis e funcionalidades da Framework.

- **3. Equipamento e Tecnologias** – descreve todo o equipamento necessário à montagem do tapete interactivo e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento dos protótipos e da Framework.
- **4. Desenvolvimento de Protótipos** – contém todo o processo de desenvolvimento dos protótipos, os problemas e as soluções encontradas, desde o protótipo mais básico aos que estarão disponíveis na Framework.
- **5. A Framework** – explica a arquitectura da Framework e a função de cada um dos módulos existentes. Apresenta os problemas encontrados durante o desenvolvimento e as soluções encontradas.
- **6. Testes e observações** – apresenta informação respectiva a utilização dos protótipos em ambientes reais. São descritas todas as dificuldades encontradas e também é feita uma análise da reacção dos utilizadores ao tapete interactivo.
- **7. Conclusão** – contém todas as conclusões inferidas a partir dos testes efectuados e da experiência adquirida durante o desenvolvimento do tapete interactivo.
- **8. Futuro Desenvolvimento** – com base no trabalho efectuado e nas conclusões tiradas, são propostas novas tarefas com vista a melhorar o sistema interactivo.

## 2. Estado da Arte

A utilização de tapetes interactivos como forma de interacção e a sua utilização para fins de marketing, educação e divertimento já não é propriamente nova a nível internacional. Após uma análise a algumas empresas que produziam tapetes interactivos, notou-se que existem muitas semelhanças a nível de funcionalidades disponibilizadas pelas suas aplicações de gestão e ao mesmo tempo a nível das arquitecturas. Tais semelhanças podem ser observadas nas análises aos tapetes interactivos das empresas que se seguem.

### 2.1. Feedtank [14]

Esta empresa possui um tapete interactivo chamado “Dance Floor Moves” muito colorido e que reage quando uma pessoa o atravessa. Este tipo de projecção tem sido utilizado em passeios públicos, entradas, discotecas e eventos especiais. Os gráficos e interacções são completamente personalizáveis e é possível incorporar logótipos, texto, fotos, som e vídeo.



Figura 1 - Dance Floor Moves num passeio público.

Infelizmente não foi encontrada informação relativamente ao equipamento utilizado e a sua montagem no website da empresa, mas a partir das imagens disponibilizadas supõe-se que seja utilizado um projector e uma câmara infravermelha tal como neste projecto.

## 2.2. Displax [10]

O tapete interactivo desta empresa possui um gestor de conteúdo que permite gerir e programar o conteúdo para ser iniciado a certas horas do dia de forma a atingir um determinado público-alvo. A empresa continua a desenvolver formas de detectar movimento numa superfície com precisão, seja esta o chão, mesa, parede ou tecto.

São utilizadas duas coisas, um bom projector e um painel de projecção especial que torna as imagens claras e luminosas. Este painel tem uma camada de protecção para durar mais tempo ao facto das pessoas andarem em cima deste. O tamanho do tapete depende apenas da distância entre o chão e o projector. Para tudo isto funcionar apenas é preciso apontar o sensor de movimento para o chão e definir a área da superfície interactiva.



**Figura 2 - Tapete Interactivo da Displax.**

Relativamente ao conteúdo, este não suporta websites nem aplicações multimédia. O conteúdo tem de ser desenvolvido de raiz ou construído a partir da biblioteca de efeitos disponibilizada pela empresa. É possível ter vários tipos de conteúdo a serem mostrados a diferentes horas, dias, meses e anos. A gestão dos conteúdos pode ser feita remotamente permitindo actualizar e programar o conteúdo interactivo. É recomendável que o chão seja branco e sem reflexos.

## 2.3. Impressx [15]

A Impressx tem um sistema projectado para mostrar publicidade em espaços públicos chamado Poolsystem. Os efeitos são gerados à passagem de um indivíduo, passo a passo. Permite masking de contornos especiais tais como elipses, círculos, trapézios, e outras formas geométricas. A área interactiva pode também ser integrada em paredes e tectos.



Figura 3 - Poolsystem e alguns dos protótipos disponíveis.

O Poolsystem é caracterizado pelas várias formas de publicitar disponíveis, capacidade de adicionar novos protótipos e capacidade de expandir a área de projecção para qualquer tamanho. Com o Poolsystem estão incluídos protótipos como o efeito de água, ao efeito de reveal, follow, repulsão de partículas, entre outros.

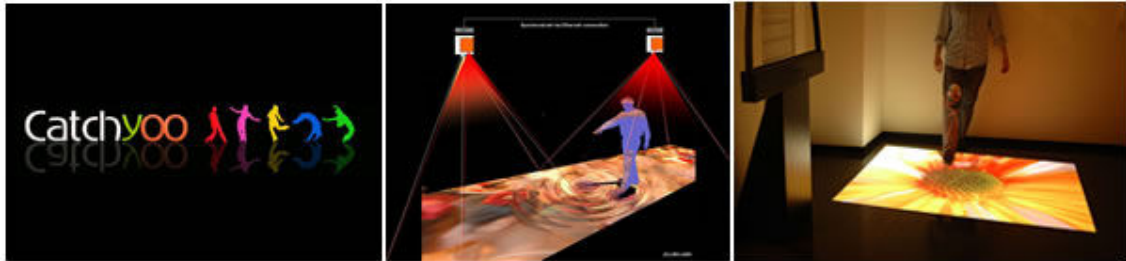
Na arquitectura de montagem são utilizados um ou mais projectores com lentes especiais de acordo com a intensidade da luz ambiente e com o tamanho da projecção desejado. Para a detecção de movimento é utilizado algum tipo de sensor de movimento não especificado directamente no website da empresa.

## 2.4. Catchyoo [7]

A Catchyoo possui um sistema de interacção chamado Playground que permite a projecção para o chão transformando-o num tapete interactivo. Este inclui uma biblioteca de efeitos especiais que podem ser personalizados para qualquer necessidade. Entre os efeitos destacam-se o efeito água, partículas



voadoras, reveal multicamada, animações 3D, mosaicos multimédia, follow e transformação. Os sistemas podem ser agregados para formar uma grande superfície interactiva de qualquer forma geométrica.



**Figura 4 - Sistema Interactivo Playground da Catchyoo.**

A interface é fácil de utilizar e permite programar conteúdo até ao nível dos minutos, ou definir ciclos. Possui também um módulo de estatísticas que determina a utilização da superfície interactiva por parte dos utilizadores e permite a exportação destes dados para um documento PDF. Múltiplos sistemas podem ser geridos a partir de um ponto central através de uma ligação wireless.

Este sistema utiliza uma arquitectura com vários projectores (dependendo do tamanho da superfície de interacção), cada um destes acompanhado por uma câmara infravermelha e um computador.

## 2.5. Lightspace [20]

É um sistema que apresenta uma arquitectura alternativa à utilizada pelos sistemas vistos anteriormente. O sistema da Lightspace consiste em pequenos mosaicos sensíveis ao toque que podem ser colocados em diversas superfícies como o chão ou paredes, e que reconhecem os movimentos das pessoas que andam em cima destes. O movimento detectado resulta numa alteração sincronizada das imagens projectadas pelos mosaicos. No website da empresa não existem detalhes específicos relativamente aos efeitos utilizados.



**Figura 5 - Sistema interactivo da Lightspace.**

O Lightspace foi criado com o propósito de estimular as pessoas através de jogos, animações, exercícios e ensino interactivo. A vantagem deste sistema é o facto de este poder ser montado em qualquer espaço, pois a luminosidade do ambiente não tem qualquer interferência no desempenho dos efeitos.

## 2.6. SIA Interactive [16]

Cameraction é o tapete interactivo da SIA Interactive que permite a interacção de uma ou mais pessoas com uma aplicação gráfica através de movimentos capturados por uma câmara. Esta tecnologia é utilizada para jogar jogos 2D e 3D utilizando o corpo como forma de interacção.



**Figura 6 - Cameraction da SIA Interactive.**

O Cameraction é baseado em algoritmos que reconhecem imagens e são capazes de fazer previsões permitindo a interacção em tempo real. Este produto é direccionado para uma área promocional. No website da empresa não se encontra informação concreta relativamente aos protótipos disponíveis, mas de acordo com algumas imagens disponibilizadas podemos ver efeitos de reveal e alguns jogos como o de futebol.

## 2.7. Luminvision [21]

A Luminvision possui uma projecção interactiva que utiliza um kit infravermelhos, um projector e um computador. O kit infravermelhos é utilizado para a detecção de movimento e o projector para mostrar as animações em tempo real nas diversas superfícies (chão, parede, mesa, tecto). O software é modular e contém um sistema de detecção de movimento incorporado.



Figura 7 - Alguns dos protótipos da Luminvision.

A empresa tem uma gama de efeitos já desenvolvidos desde um jogo de futebol, efeito de água com peixes, efeito de rasto de flores, efeito de fogo e muitos outros. Cada efeito pode ser executado sozinho ou em colaboração com outros efeitos. Os efeitos são totalmente personalizáveis (quantidades, tamanho, velocidade, imagens, fundo, sobreposição de vídeos, sobreposição de logótipos).

O facto de o sistema ser desenvolvido em módulos torna-o mais acessível, pois desta forma o cliente poderá comprar apenas um efeito específico e não toda a gama de efeitos disponíveis.

## 2.8. Sensitive.Floor [29]

Sensitive.Floor é mais um tapete interactivo que pode ser utilizado para diversos fins como publicidade, espectáculos ou feiras, ou apenas para entretenimento. Este sistema disponibiliza um painel de administração, bibliotecas de efeitos que podem ser actualizadas, suporte de vídeo e áudio para cada efeito, gestão a partir da Internet, instalação em agregação para

cobrir uma grande área de interacção e adaptação automática às alterações da luz ambiente.



**Figura 8 - Alguns dos protótipos do Sensitive.Floor.**

No website da empresa não são especificados quais os protótipos que estão disponíveis, mas a partir de algumas imagens e vídeos inferiu-se que possuem protótipos com efeitos de água, reveal e sistemas de partículas. Também não são revelados pormenores relativamente ao hardware utilizado para a detecção de movimento.

### **3. Equipamento e Tecnologias**

Um tapete interactivo requer uma sincronia entre o hardware e o software. Apesar de a arquitectura dos tapetes interactivos ser constante, a escolha do hardware e do software pode ser diferente de acordo com as necessidades e recursos disponíveis. Um tapete interactivo é composto pela componente de visualização do conteúdo, a componente de detecção de movimento e a componente de processamento. Como componente de visualização pode ser utilizado um projector ou pequenos ecrãs dispostos em mosaico e sincronizados em si. Já a detecção de movimento pode ser feita através de sensores de movimento ou através de câmaras infravermelhas. A componente de processamento é um computador com a Framework de visão computacional. A Framework pode ser desenvolvida em Java, Flash ou outra linguagem de programação que permita a manipulação e criação de imagens, vídeos e conteúdo interactivo.

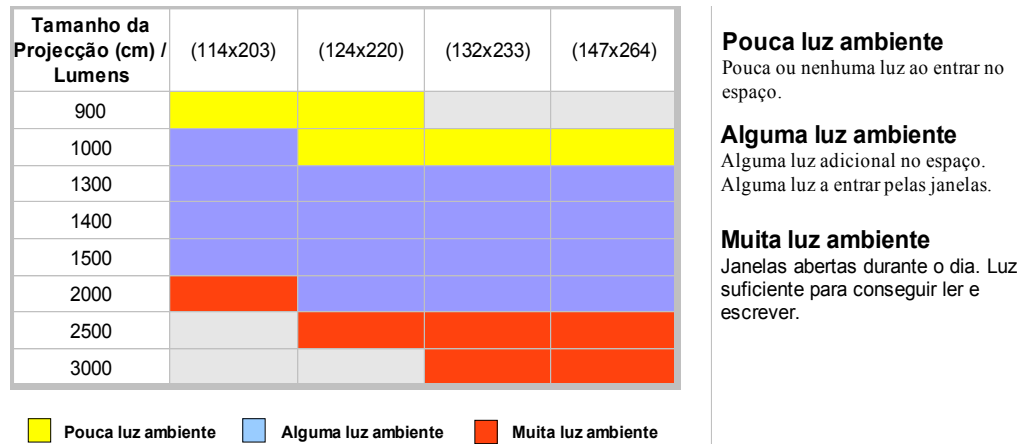
#### **3.1. Equipamento**

Para a construção do tapete optou-se por escolher equipamento flexível e acessível e de certa forma o mais comum entre todos os tapetes interactivos. Utilizou-se o seguinte hardware:

- ✓ Projector
- ✓ Câmara infravermelha
- ✓ Computador

No caso do Projector a característica a destacar é a luminosidade (ansi lumens), pois é esta que vai determinar o brilho do tapete nos diversos ambientes. A luminosidade do projector vai depender do espaço onde vai ser exibida a projecção e do tamanho da projecção. Quanto maior for a área de projecção, mais ansi lumens terá de ter o projector. O mesmo acontece com a

luz ambiente, quanto maior for a luz ambiente, mais ansi lumens terá de ter o projector.



**Figura 9 - Relação entre o tamanho da projecção a luz ambiente e os lumens necessários para termos uma boa projecção.**

A câmara a ser utilizada tem de ser infravermelhos, pois estas câmaras possuem uma propriedade que é importante na detecção de movimento. Uma vez que a câmara é utilizada para capturar imagens na zona onde está a ser apresentado o conteúdo interactivo, é importante que esse conteúdo não seja contabilizado como movimento detectado. As câmaras infravermelhas não conseguem capturar o conteúdo a ser mostrado daí a sua utilização na detecção de movimento. É possível modificar uma câmara normal para capturar apenas infravermelhos reduzindo desta forma alguns custos [36].

O computador tem de ter o Microsoft Windows 2000/XP/Vista instalado e as especificações deste dependem da capacidade de processamento requerida pelos protótipos desenvolvidos, mas recomenda-se um computador com os seguintes requisitos:

- ✓ Processador dual core 1.8GHz+.
- ✓ 1GB+ de memória RAM
- ✓ 256MB+ de memória gráfica dedicada.

Relativamente à montagem, o projector e a câmara infravermelhos têm de ficar a apontar para o chão, logo estes têm de estar numa posição mais elevada, no entanto o computador pode ficar ao pé do projector ou noutra zona

desde que haja cabo suficiente para ligar a câmara e o projector a este. A figura seguinte mostra o esquema de montagem adoptado.

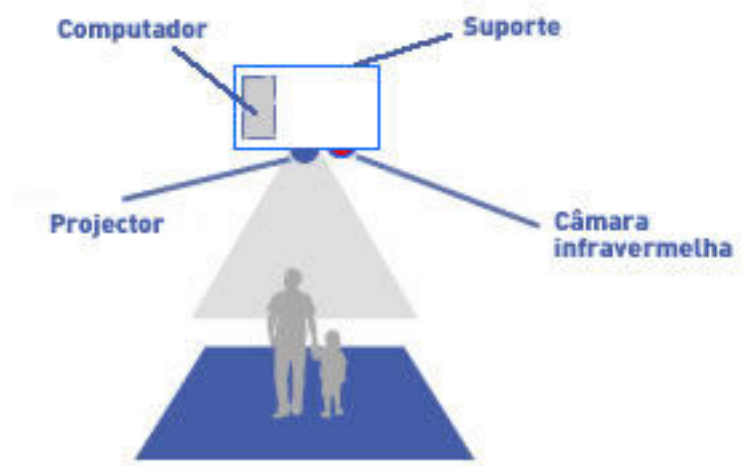


Figura 10 - Arquitectura de montagem do equipamento.

### 3.2. Tecnologias

Como tecnologia a ser utilizada para o desenvolvimento da Framework e dos protótipos optou-se por escolher o Java [33], uma vez que é grátis, extensível e flexível quando comparado às alternativas (Adobe Flash [1]).

Os protótipos serão desenvolvidos em Java e Processing [25]. Processing é uma linguagem open source baseada em Java que permite programar imagens, animações e interacções. Esta linguagem ainda está numa versão beta, mas está em constante desenvolvimento e pode ser estendida por várias bibliotecas disponibilizadas [26].

A Framework será desenvolvida em Java pelas razões referidas anteriormente e para permitir uma melhor interoperabilidade com os protótipos e com o Processing.

## 4. Desenvolvimento de Protótipos

Pode-se dizer que o desenvolvimento do projecto decorreu seguindo uma sequência de fases, a fase de clarificação, fase de aprendizagem e a fase de experimentação.

Na primeira fase começou-se por obter o máximo de informação sobre tapetes interactivos, desde vídeos a artigos sobre as tecnologias utilizadas. Na fase seguinte começou-se então a trabalhar com Processing através de exemplos e tutoriais de forma a adquirir uma base de programação nesta linguagem. Na terceira fase, foram desenvolvidos vários efeitos com o intuito de detectar problemas preliminares, adquirir uma maior experiência em programação em Processing e desenvolver aplicações no contexto do projecto. Seguidamente descreve-se os protótipos desenvolvidos, assim como os problemas encontrados e as soluções adoptadas para superá-los.

### 4.1. Follow

Este foi o primeiro protótipo que utilizava a câmara para detectar movimento. Para isso foi utilizada uma câmara normal, pois ainda não estava disponível a câmara infravermelha. O follow consiste numa pequena “minhoca” que vai seguindo o movimento detectado pela câmara através do cálculo da média dos pontos onde este é detectado.



Figura 11 - Efeito follow testado com a câmara infravermelha.



## 4.2. Johnny Walker (Efeito Lava)

Introduzindo já a ideia de marketing interactivo, criou-se um efeito de lava alusivo à marca Johnny Walker. O objectivo deste protótipo é criar um efeito de surpresa à pessoa que entra na área interactiva de maneira a que esta se lembre mais facilmente da marca mostrada. O protótipo funciona da seguinte forma: sempre que é detectada uma presença na zona interactiva, começa a fluir lava a partir do logótipo da marca e surge o slogan desta, neste caso “Keep Walking”. Se deixar de existir movimento na área interactiva, a lava e o slogan desaparecem a partir do centro da área interactiva como se a lava tivesse arrefecido.



Figura 12 - Efeito lava fazendo publicidade à bebida Johnny Walker.

Este protótipo foi de algum grau de dificuldade uma vez que não se encontrou nenhum efeito semelhante na Internet.

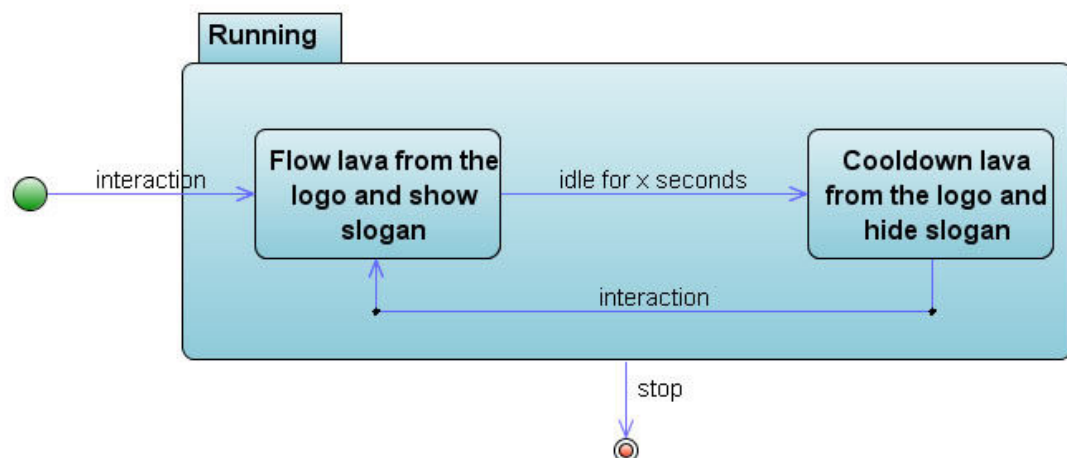


Figura 13 - Diagrama de estados do efeito lava.

### 4.3. Efeito Água

Este efeito foi desenvolvido a partir de um já existente que foi encontrado na Internet onde o rato era utilizado como forma de interacção. Foram melhorados alguns aspectos relativamente à ondulação da água, pois esta propagava-se sempre aos círculos e adaptou-se o efeito para utilizar detecção de movimento. Este efeito é conseguido a partir da manipulação de pixéis, o que torna a renderização do efeito muito lenta para altas resoluções devido à grande necessidade de capacidade de processamento.



Figura 14 - Versão do efeito de água para um único indivíduo a interagir com o tapete.

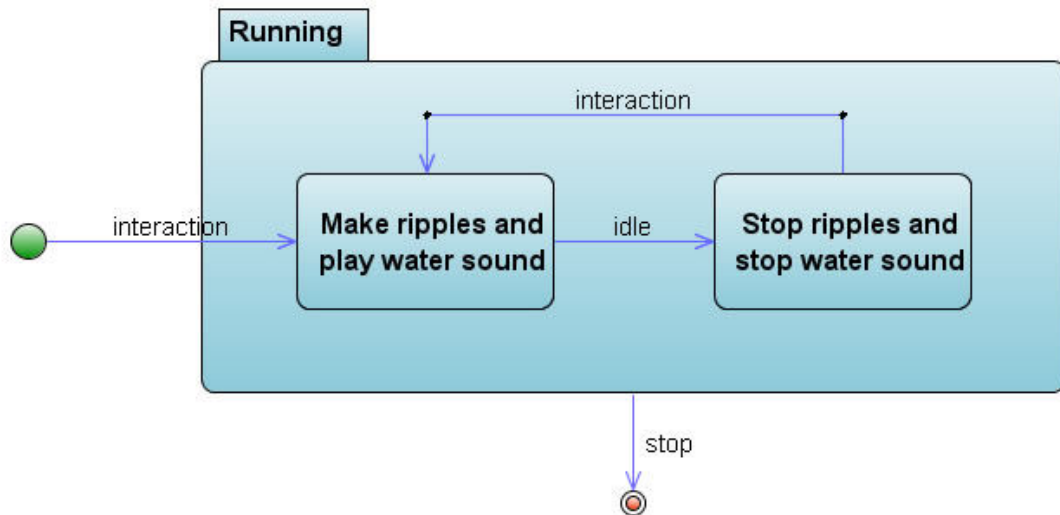
Inicialmente foram criados dois tipos de efeitos de água que apenas diferem na forma como é detectado o movimento. No primeiro o efeito iniciava-se a partir do cálculo da média dos glóbulos detectados, isto resulta bem se apenas existir uma pessoa a interagir com o tapete interactivo.

No segundo o efeito inicia-se em vários pontos que são determinados a partir dos centros dos glóbulos detectados, desta forma já é suportada a interacção de diversas pessoas com o tapete interactivo.



Figura 15 - Versão do efeito de água para interacção de vários indivíduos com o tapete.

Na versão actual deste efeito melhorou-se a detecção de movimento através da divisão da área de projecção em grelha. Sempre que é detectado movimento numa célula da grelha, inicia-se o efeito e reproduz-se um som de água.



**Figura 16 - Diagrama de estados do efeito água.**

A utilização da grelha veio melhorar a performance do efeito na detecção de movimento uma vez que deixa de ser necessário processar todos os pixéis da área de projecção, é necessário apenas alguns por cada célula.



**Figura 17 - Versão actual do efeito de água.**

## 4.4. Efeito Fogo-de-artifício

Esta aplicação foi criada com a intenção de ser utilizada na passagem de ano, mas pode ter outras aplicações, nomeadamente em eventos festivos. O efeito inicia-se quando é detectado movimento na área interactiva, nessa

altura é disparado uma espécie de foguete que parte do centro em direcção à zona onde foi detectado o movimento. Quando o foguete está muito próximo do lugar onde foi detectado, este explode gerando o fogo-de-artifício que desaparece passados alguns segundos. O fogo-de-artifício pode ser de várias cores que são escolhidas aleatoriamente.

Actualmente este efeito está desenvolvido para apenas uma pessoa interagir com o tapete.



Figura 18 - Efeito de fogo-de-artifício.

## 4.5. Jogo de Futebol

Este jogo de futebol pode ser encarado como divertimento, mas também pode ser uma forma de publicitar partidas de futebol ou marcas relacionadas com o desporto.

Uma vez detectado movimento começa o jogo, como qualquer outro jogo de futebol, com a bola a meio campo. Para mover a bola é necessário fazer algum tipo de movimento perto desta. Ao metermos a bola numa baliza aparece uma mensagem de golo alusiva ao clube que marcou, que pisca com as cores do clube e dura alguns segundos. Após o golo o jogo recomeça com a bola a meio campo e o marcador actualizado.



Figura 19 - Primeiro protótipo do jogo de futebol.

Na versão actual foi introduzido um temporizador que corresponderá à duração de uma partida, sons alusivos a uma partida de futebol e foi adicionada sombra à bola para dar uma sensação de profundidade. Quando o tempo chega ao fim, o jogo termina e é apresentada uma informação alusiva ao resultado da partida. O jogo recomeça quando voltar a ser detectado movimento na área de projecção. Se durante uma partida não for detectado movimento durante um período de tempo, o jogo volta ao estado inicial e aguarda alguma interacção para este ser iniciado novamente.



Figura 20 - Versão actual do jogo de futebol.

As partidas são personalizáveis, é possível introduzir os clubes, os seus logótipos e as suas cores, assim como a publicidade a ser apresentada no campo, a duração do jogo e a mensagem a apresentar no fim do jogo.

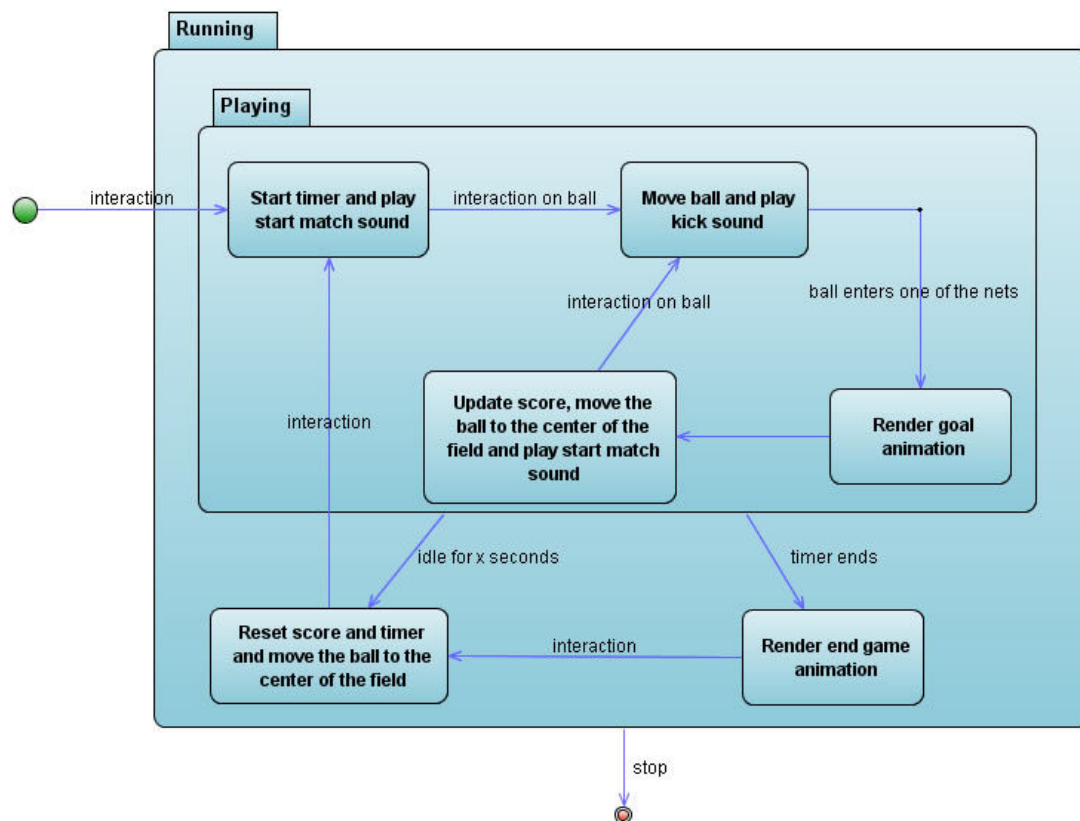


Figura 21 - Diagrama de estados do jogo de futebol.

## 4.6. Spray Reveal

Este é um efeito de reveal multicamada em que temos uma sequência de imagens sobrepostas que são reveladas à medida que o efeito é activado. Inicialmente o tapete apresenta uma imagem e quando uma pessoa interage com o tapete, a imagem seguinte aparece como se tivesse sido pintada em spray.



Figura 22 - Efeito Spray Reveal alusivo à marca “Adidas”.



As imagens são determinadas pelo utilizador nas configurações assim como a ordem de aparição. O protótipo também disponibiliza a possibilidade de definir uma margem percentual que uma vez ultrapassada passa a revelar a imagem seguinte. Inicialmente apenas era possível apresentar uma sequência de imagens, mas na versão actual do protótipo já é possível apresentar uma sequência mista de vídeos e imagens e também é possível adicionar um som que é reproduzido sempre que o efeito é activado.

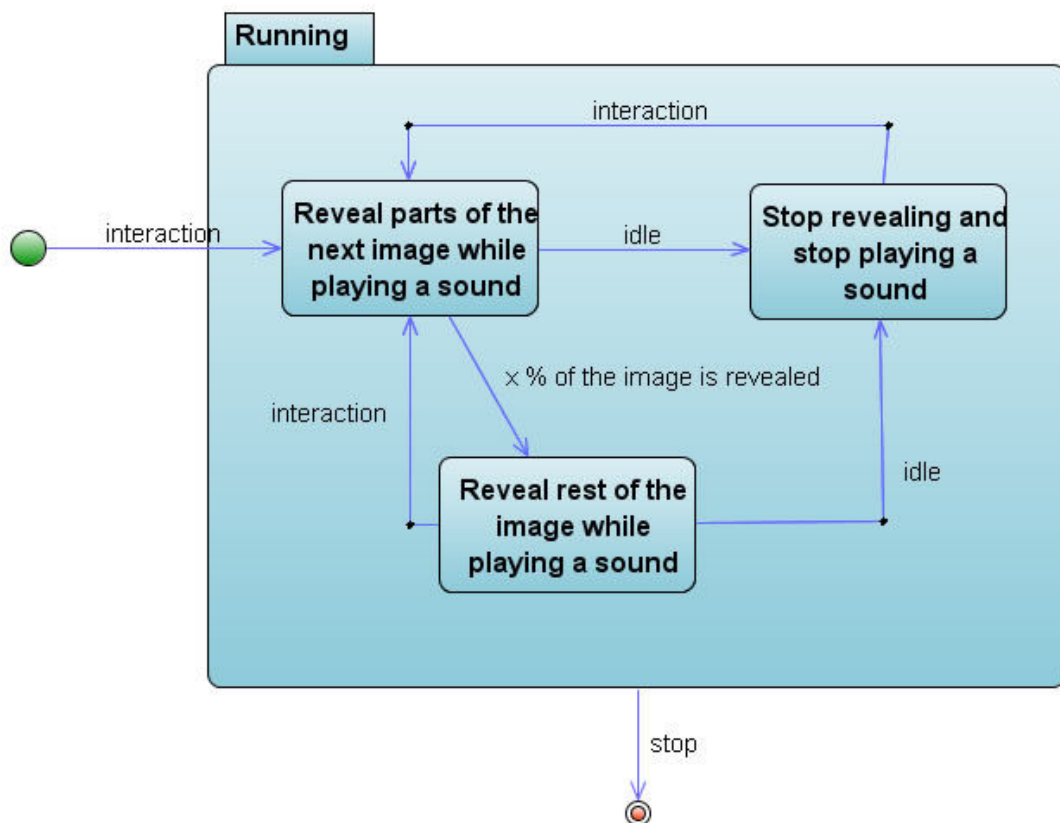


Figura 23 - Diagrama de estados generalizado do efeito de reveal.

## 4.7. Flipping Tiles

Tal como o Spray Reveal, este é um efeito reveal multicamada em que temos também uma sequência de média (imagens ou vídeos) que são reveladas à medida que o efeito é activado. A área interactiva está dividida em pequenos mosaicos que mostram uma parte da média. Quando os mosaicos são activados pelo movimento de uma pessoa, estes rodam revelando a

imagem seguinte. Até que a imagem como um todo não esteja completamente revelada os mosaicos não passam à imagem seguinte.



Figura 24 - Flipping Tiles publicitando a série televisiva "Os Simpsons".

No entanto é possível definir um valor percentual que uma vez ultrapassado faz com que o resto da imagem seja automaticamente revelado. Mais tarde foi também adicionada a possibilidade de adicionar um som que é reproduzido quando o efeito é activado.

## 4.8. Falling Tiles

Este protótipo acaba por ser muito semelhante ao Flipping Tiles e até disponibiliza as mesmas funcionalidades que este. A única diferença está no efeito, pois em vez dos mosaicos rodarem para mostrar a média seguinte estes diminuem de tamanho proporcionando uma sensação de queda.



Figura 25 - Falling Tiles mostrando imagens do campeonato mundial de ralis (WRC).



## 4.9. Dificuldades Encontradas

Desde o início da realização do projecto que surgiram alguns problemas, alguns dos quais conseguiu-se arranjar soluções através da adopção de algumas técnicas. Passa-se a listar todos os problemas encontrados acompanhados pelas técnicas utilizadas que permitiram solucioná-los.

- **Problema:** Um dos primeiros problemas que surgiu foi o facto da alteração da luminosidade do ambiente interferir com a detecção de movimento.

**Solução:** Uma possível solução seria montar o tapete interactivo num ambiente controlado onde a luminosidade ambiente seja constante. Outra solução seria utilizar um foco de luz infravermelha na zona de projecção de forma a estabilizar a variação da luz ambiente.

- **Problema:** A câmara apenas efectua a captura a resoluções mais baixas (320x240 ou 640x400) do que a resolução das aplicações (800x600).

**Solução:** Resolveu-se este problema fazendo um mapeamento da área de captura da câmara para a área de apresentação da aplicação.

- **Problema:** As bibliotecas existentes para Processing baseiam-se no tracking de cores e não no movimento em si, o que faz com que a detecção não seja precisa.

**Solução:** Para superar esta dificuldade fez-se a detecção de movimento através da comparação das imagens capturadas. A precisão da detecção melhorou o suficiente para permitir uma boa interactividade.

- **Problema:** Para que a interacção com o tapete interactivo seja bem sucedida é necessário haver uma sintonia entre o movimento detectado e onde é aplicado o efeito. Para isso acontecer é necessário arranjar uma forma de calibrar a câmara infravermelha,

mas devido a esta apenas detectar tons de cinzento torna-se um pouco difícil.

**Solução:** Marcar a área interactiva com algum objecto que seja possível distinguir na imagem capturada pela câmara infravermelhos e então depois definir nessa imagem a zona de interacção.

- **Problema:** Nas aplicações em que os efeitos são renderizados à base de manipulação de pixéis, nota-se um elevado consumo de capacidade de processamento que resulta num efeito com pouca fluidez.

**Solução:** Diminuir a qualidade de imagem do efeito em detrimento de uma maior fluidez. Isto é conseguido através de uma biblioteca de fullscreen ou através do OpenGL que pega numa aplicação de baixa resolução e coloca-a em fullscreen degradando automaticamente a qualidade da imagem.

- **Problema:** O facto de não existirem instalações apropriadas para testar o tapete interactivo, uma vez que este foi muitas vezes testado na parede.

**Solução:** Encontrou-se um local na UMa onde era possível montar um tapete interactivo recorrendo a um suporte. Construiu-se o suporte que foi utilizado para testar os últimos protótipos do tapete interactivo, uma vez que a montagem do suporte é um pouco trabalhosa.

O facto de o Processing ser ainda uma versão beta faz com que por vezes resultem alguns bugs, mas têm vindo a aparecer novas versões cada vez mais refinadas.

## 5. A Framework

Para facilitar a personalização e gestão dos protótipos criou-se uma Framework. A personalização dos protótipos consiste em definir as propriedades e o conteúdo multimédia de cada um destes. A Framework vem trazer um ambiente com mais usabilidade e flexibilidade.

### 5.1. Casos de Utilização

Com base no tempo disponível para desenvolver a Framework, determinou-se as funcionalidades mais importantes e cuja implementação seria obrigatória. Para isso fez-se um diagrama de casos de utilização que mostra as tarefas que seriam fundamentais estarem presentes na Framework.

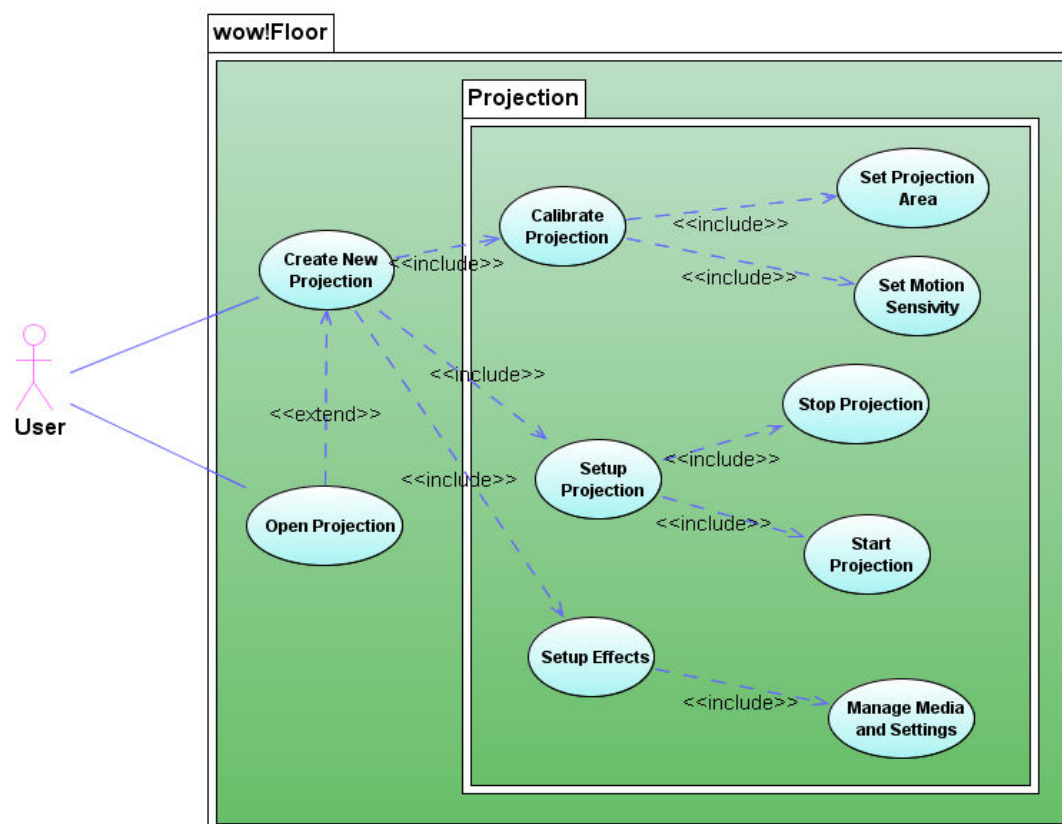
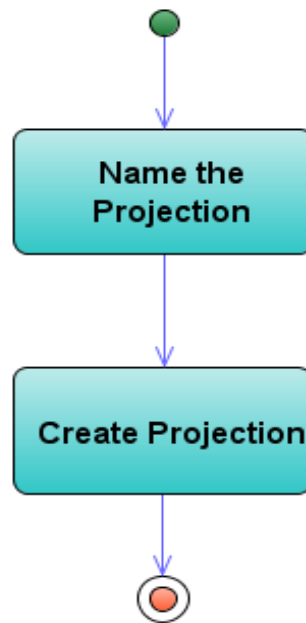


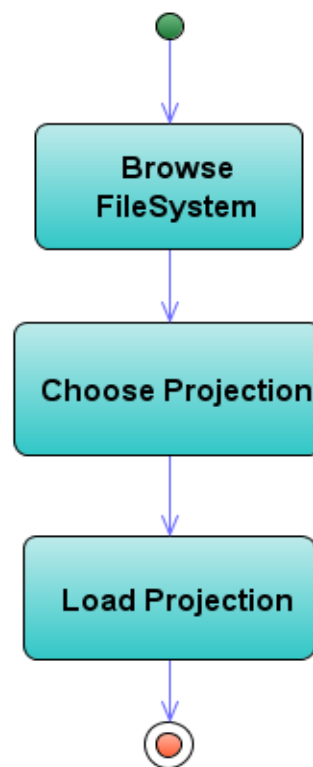
Figura 26 - Diagrama de casos de utilização da Framework.

Determinou-se que era importante poder guardar todas as alterações efectuadas numa projecção, pois desta forma o utilizador poderá ter várias configurações dos protótipos guardadas.



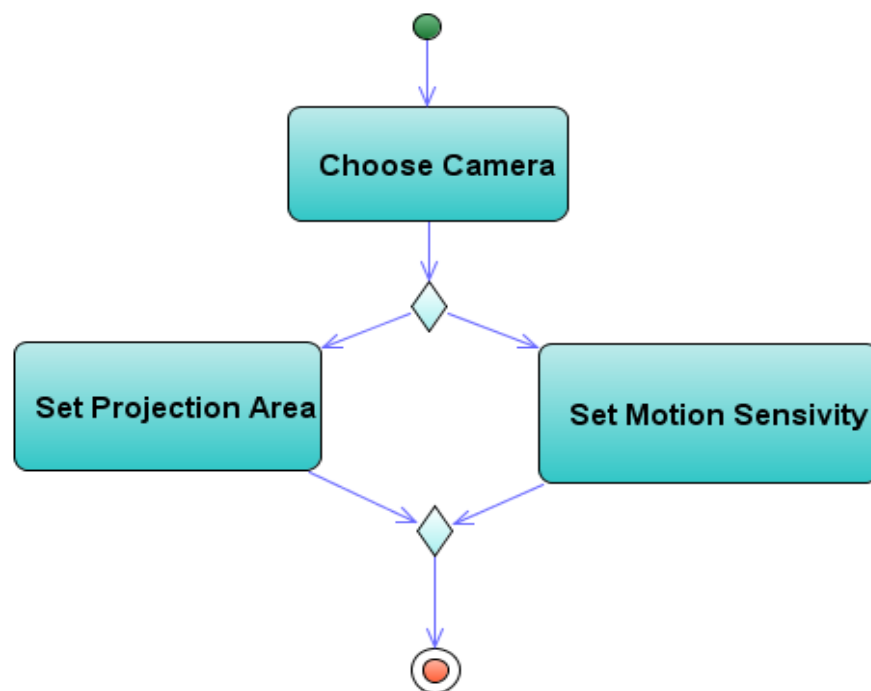
**Figura 27 - Processo de criação de uma nova projecção.**

A partir das configurações guardadas o utilizador pode carregar aquelas que mais lhe convém no momento sem ter de redefinir todas as propriedades e conteúdo multimédia dos protótipos.



**Figura 28 - Processo de abertura de uma projecção existente.**

Uma das tarefas indispensáveis quando se cria uma nova projecção é a calibração. A calibração é o que vai definir a área interactiva do tapete e a sensibilidade da detecção do movimento.



**Figura 29 - Processo de calibração da projecção.**

Uma vez efectuada a calibração o utilizador pode optar por configurar os protótipos ou por executar um protótipo com as configurações predefinidas.

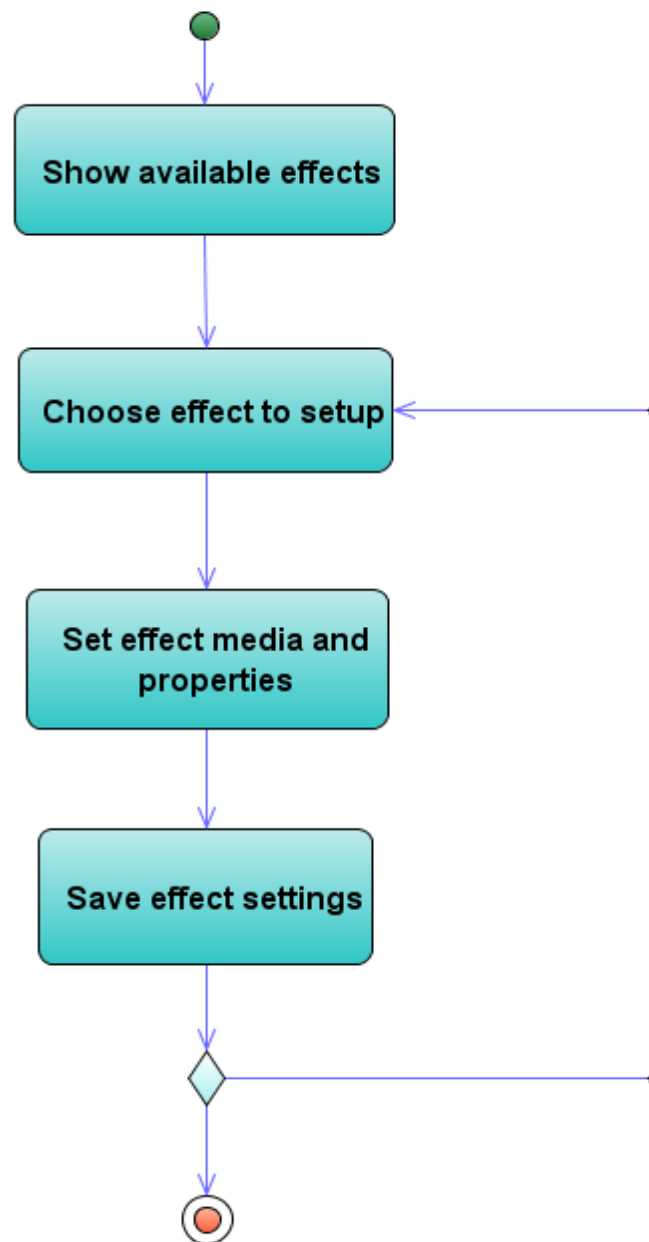


Figura 30 - Processo de configuração de um protótipo.

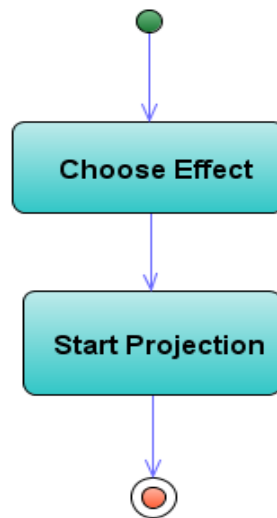


Figura 31 - Processo de execução de uma projecção.

## 5.2. Arquitectura

Para facilitar a manutenção da Framework decidiu-se adoptar uma arquitectura MVC (Model View Controller). Esta arquitectura torna a Framework mais flexível permitindo a fácil integração de novos protótipos e funcionalidades.

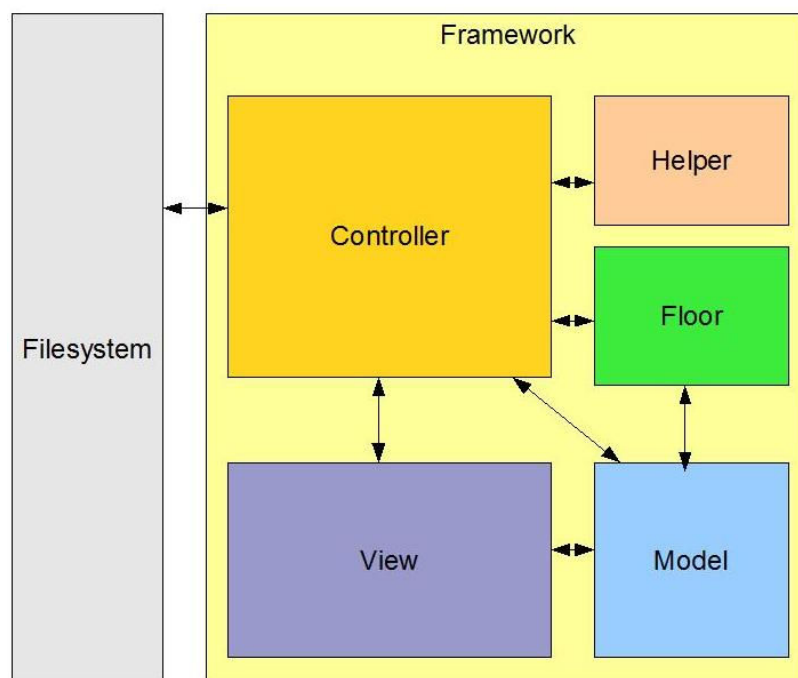


Figura 32 - Modelo da arquitectura da Framework.



Passa-se a explicar cada uma das componentes do modelo:

- **Controller** - contém a parte gestora da Framework que é responsável pela manipulação de ficheiros do sistema de ficheiros, captura e execução de vídeo, execução de áudio e gestão de protótipos.
- **View** - contém toda a parte gráfica da Framework feita em Java Swing. No entanto, nesta camada não está incluído o conteúdo gráfico das applets.
- **Model** – contém os dados respectivos ao projecto sob a forma de objectos.
- **Helper** – responsável pela conversão dos dados dos objectos em XML para futura escrita para o sistema de ficheiros.
- **Floor** – repositório de todos os protótipos a serem integrados com a Framework.

Na Framework estão integrados alguns módulos que podem ser utilizados pelos protótipos. Está integrado um módulo de reprodução de vídeo, um módulo de reprodução de áudio e um de detecção de movimento.

Os protótipos podem ser facilmente adicionados ou removidos da Framework. A integração destes com a Framework depende de uma estrutura base. Cada protótipo tem de ter um conjunto de classes base que permitem configurá-los e integrá-los com a Framework. As classes são as seguintes:

- **Classe Gestora** – vai gerir as operações a serem efectuadas sobre o protótipo.
- **Classe Applet** – contém toda a lógica do protótipo.
- **Classe Opções** – armazena todas as opções de configuração do protótipo.
- **Classe GUI** – disponibiliza um interface gráfico para permitir a alteração das configurações do protótipo.
- **Classe Factory** – converte as opções de configuração do protótipo para XML e vice-versa.

Para além destas classes base podem-se definir novas classes para serem utilizadas pelo protótipo.

O sistema de ficheiros é composto pelas pastas “data”, “My Projections” e pelo ficheiro “Wowfloor.jar”. Cada vez que é criada uma nova projecção, é adicionada uma pasta com o nome da projecção a “My Projections”. Toda a informação relativamente à projecção é guardada num ficheiro \*.wfp na directoria “My Projections/<nome da projecção>”. Nessa directoria, na pasta “Config”, estarão guardadas todas as configurações relativamente aos protótipos em ficheiros \*.wfc. Tanto os ficheiros de projecção (\*.wfp) como os de configuração (\*.wfc) possuem uma estrutura XML de forma a organizar o conteúdo e facilitar a leitura do conteúdo guardado. A pasta “data” que se encontra ao mesmo nível que o jar da Framework contém toda a multimédia predefinida dos protótipos.

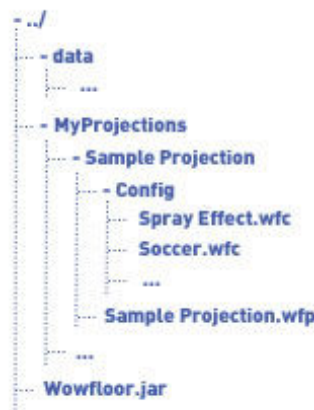


Figura 33 - Ilustração de um sistema de ficheiros exemplo.

### 5.3. Interface Gráfico

A aplicação inicia-se com uma janela de boas vindas onde está também disponibilizada a opção de criar uma projecção ou abrir uma projecção existente.

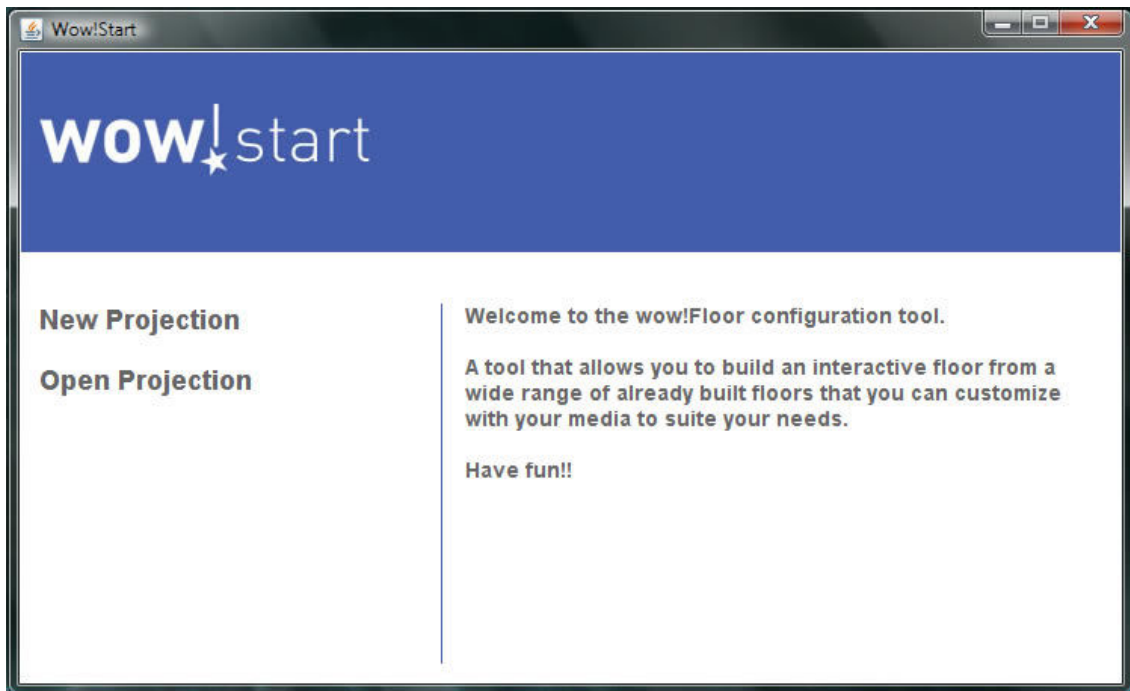


Figura 34 - Janela inicial da aplicação.

Se o utilizador opta por criar uma nova projecção, salta-lhe à vista uma pequena janela popup para introduzir o nome que este quer dar à projecção.

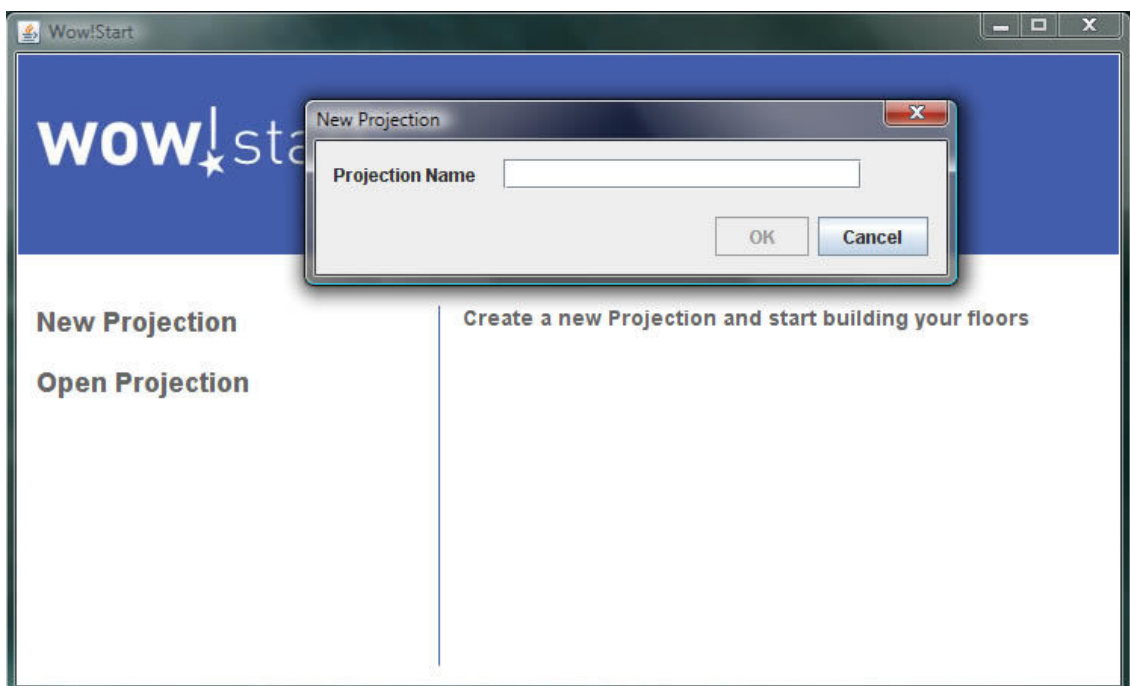


Figura 35 - Criação de uma nova projecção.

Se por outro lado o utilizador opta por abrir uma projecção existente, vai-lhe ser apresentado um navegador de ficheiros onde este pode escolher o ficheiro de projecção a abrir.

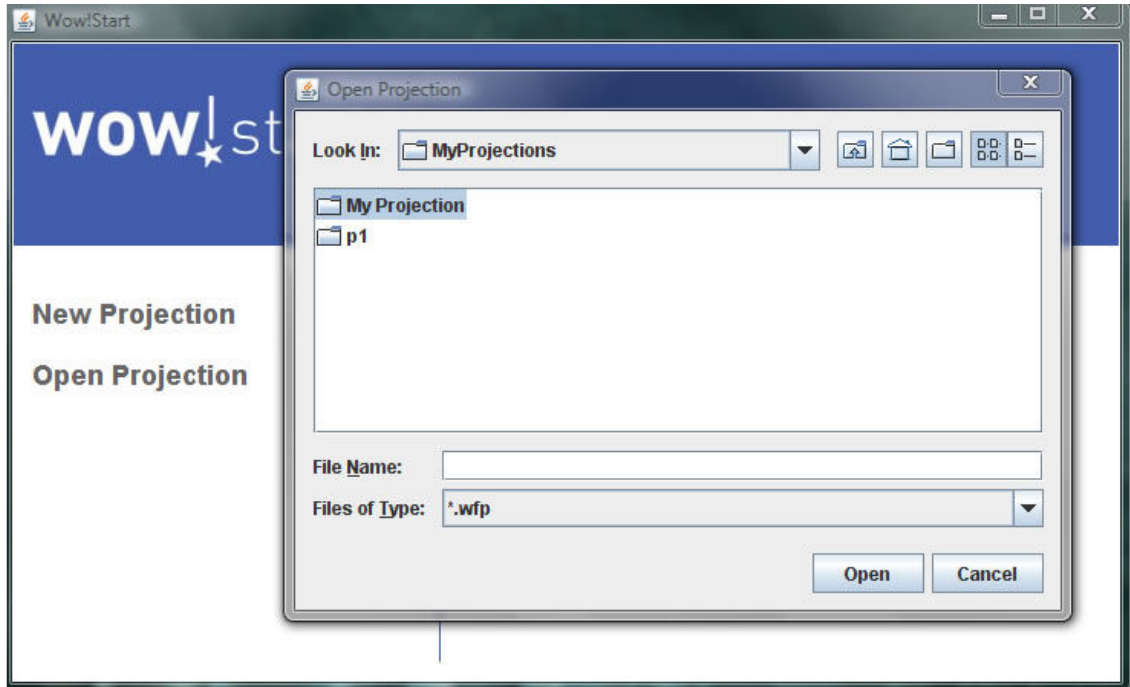
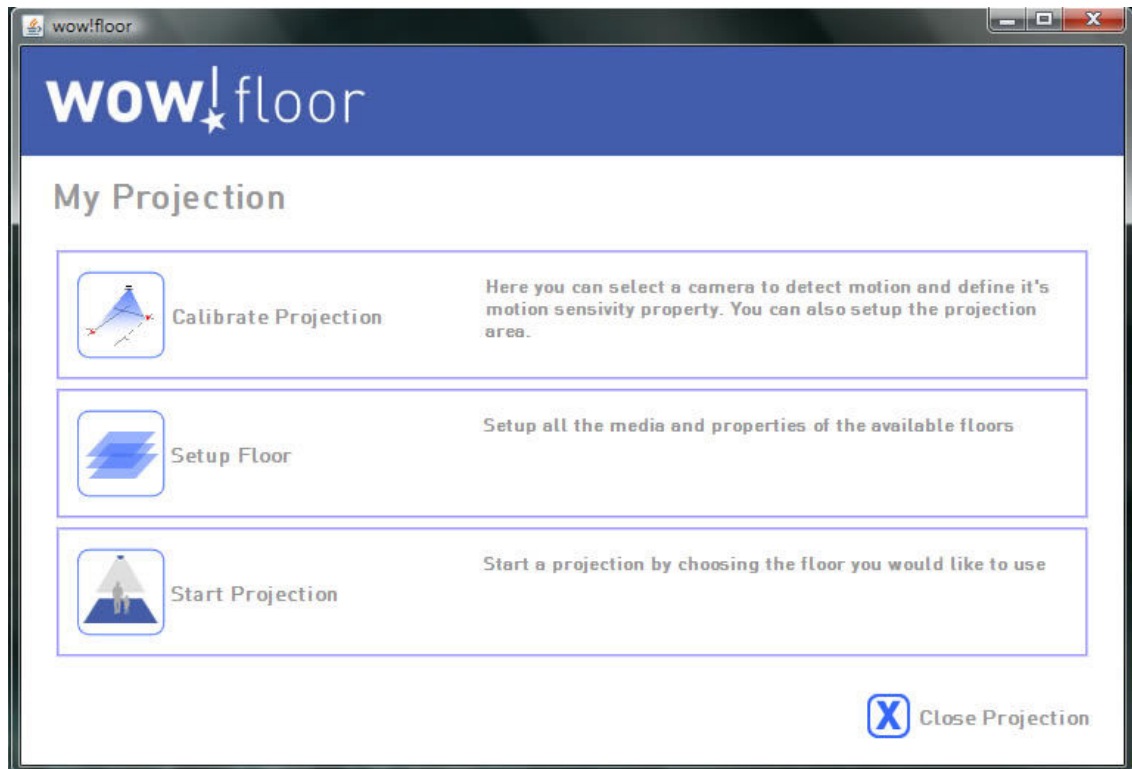


Figura 36 - Abertura de uma projecção existente.

Uma vez aberta ou criada uma nova projecção, é apresentada ao utilizador uma nova janela que o permite fazer um conjunto de novas operações. Nessa janela o utilizador pode optar por fazer a calibração, configurar os protótipos, ou iniciar uma projecção. A última opção só fica disponível se o utilizador já tiver efectuado a calibração.



**Figura 37 - Janela de operações da projecção.**

A operação de calibração disponibiliza uma janela onde o utilizador pode escolher, caso haja mais de uma câmara ligada ao computador, a câmara que vai ser utilizada na detecção de movimento. Existem dois modos de configuração, um em que o utilizador define a área de projecção e outro em que define a sensibilidade da detecção de movimento. Na configuração da área de projecção pede-se ao utilizador que marque na imagem da câmara apresentada o canto superior esquerdo e o canto inferior direito da projecção. Estes pontos podem ser alterados clicando novamente em cima destes.

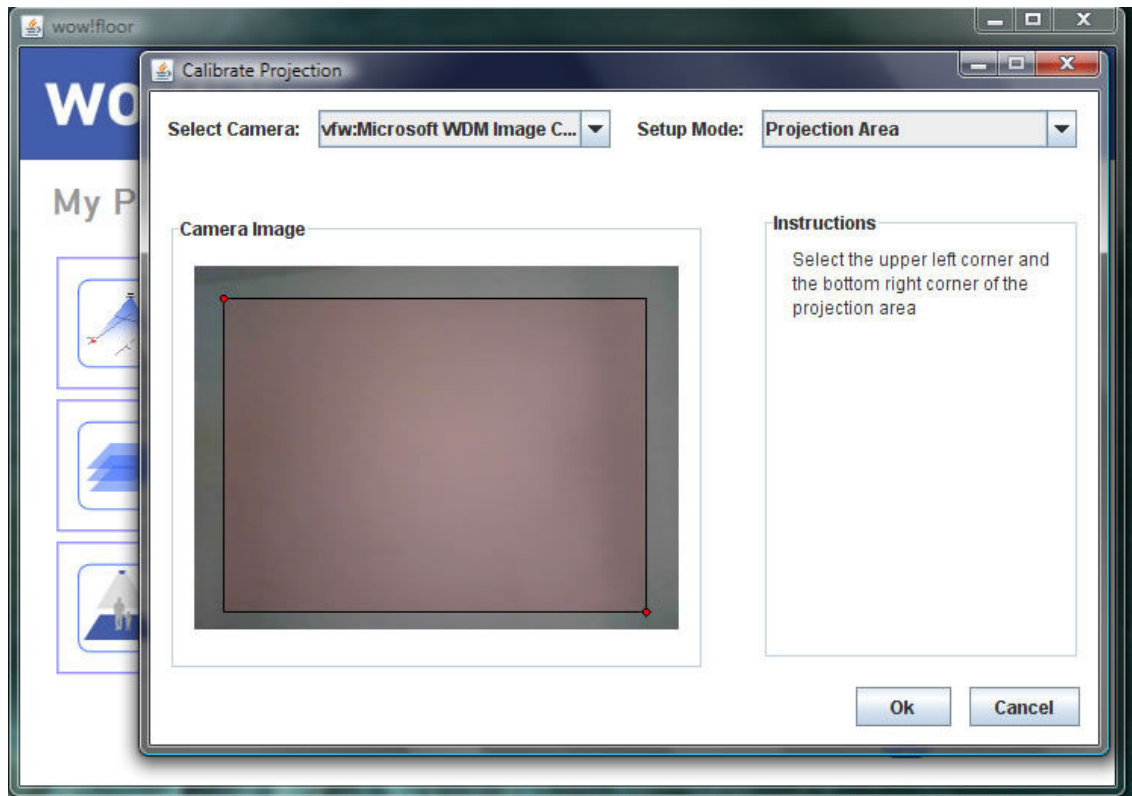
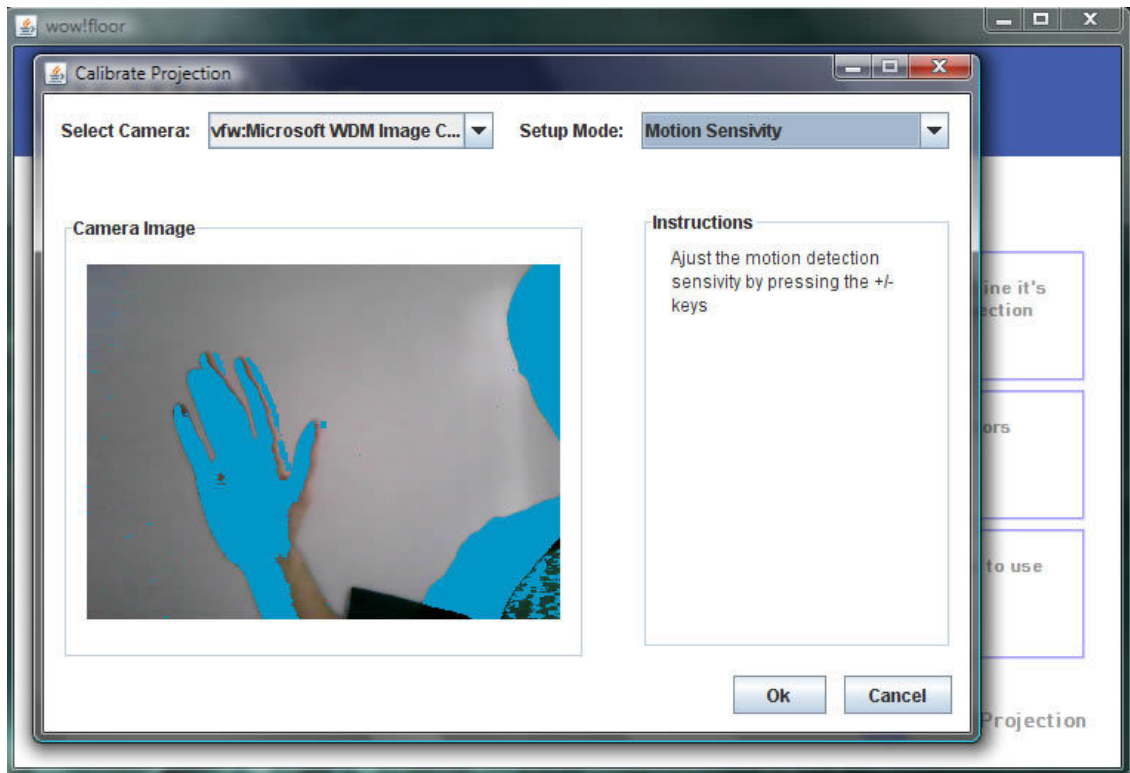


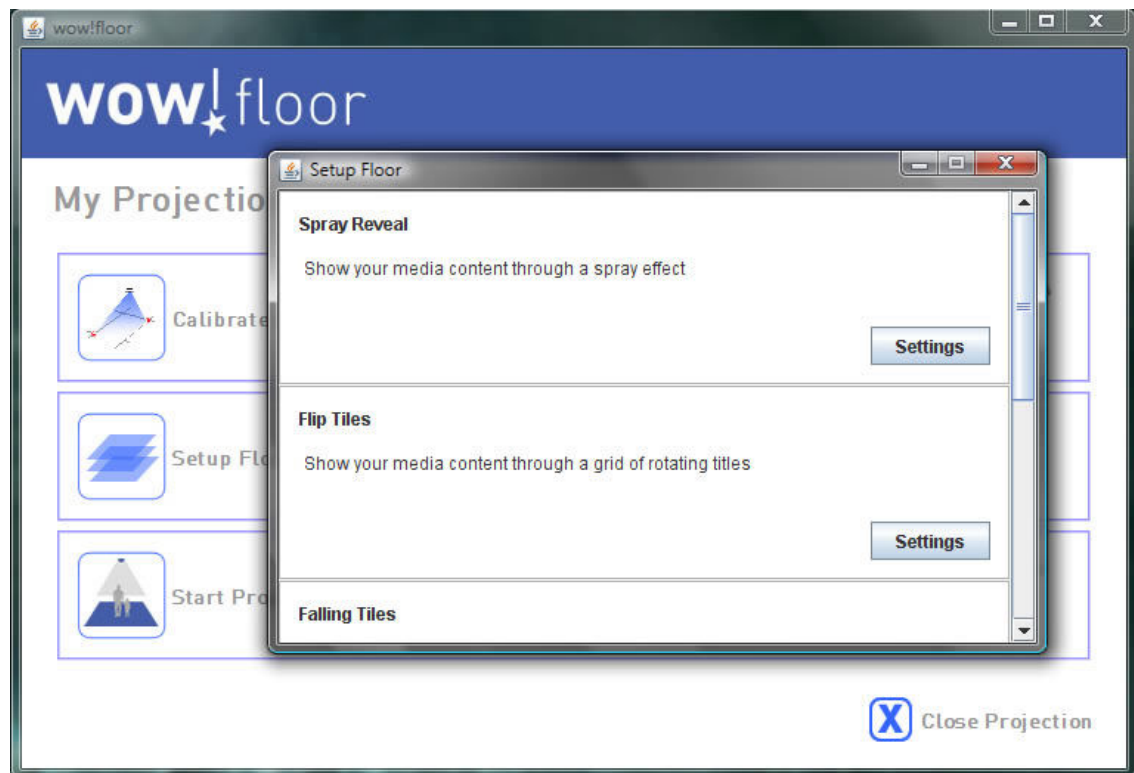
Figura 38 - Definição da área de projecção no processo de calibração.

No modo de ajuste da sensibilidade de detecção de movimento pede-se ao utilizador que clique nas teclas +/- de maneira a ajustar a sensibilidade da detecção de movimento.



**Figura 39 - Definição da sensibilidade da detecção de movimento no processo de calibração.**

Uma vez efectuada a calibração o utilizador volta à janela anterior. Se o utilizador decidir configurar os protótipos aparecerá uma janela onde está disponível a lista dos protótipos disponíveis e as suas descrições. Para cada protótipo existe um botão de configuração que abre a janela que permite configurar as propriedades e multimédia específicas a este.



**Figura 40 - Janela com a lista dos protótipos disponíveis para configuração.**

Cada protótipo possui a sua própria janela de configuração das propriedades e multimédia. Esta janela é independente da Framework, pois esta pertence apenas ao protótipo que a disponibiliza. Da primeira vez que esta é apresentada, são carregadas todas as configurações predefinidas do protótipo.



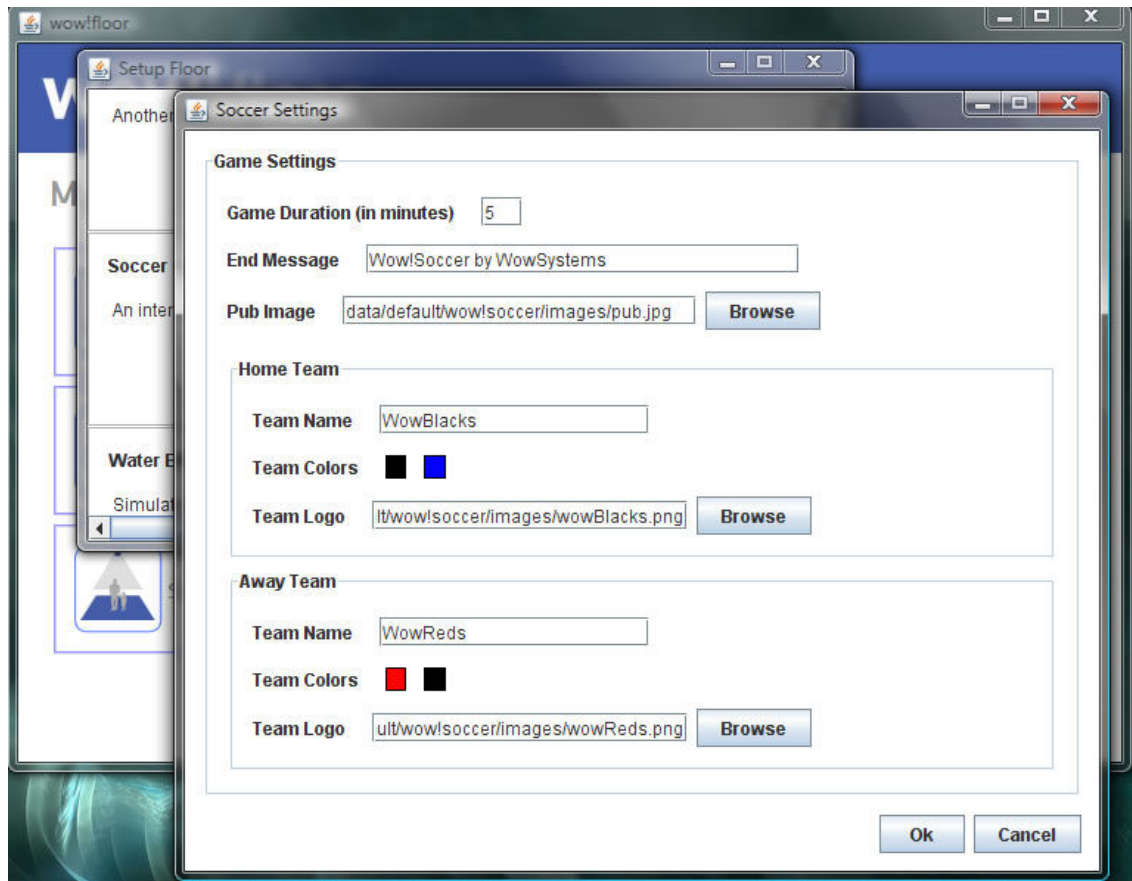
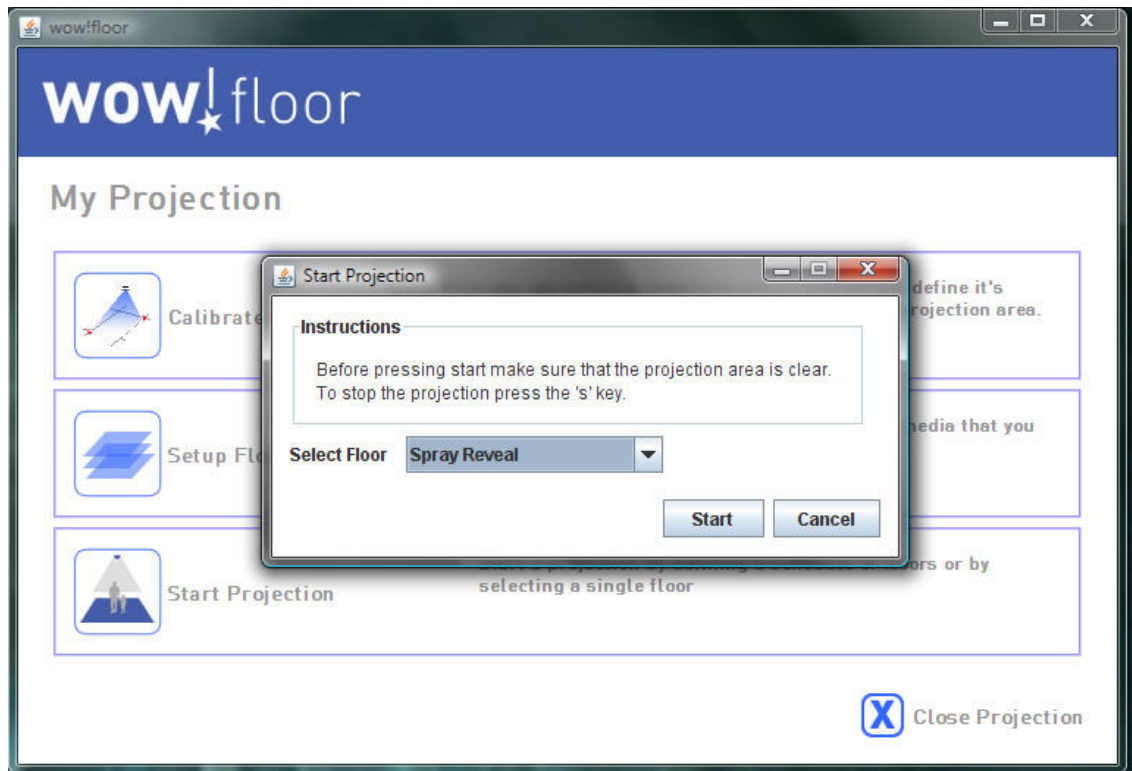


Figura 41 - Janela de configuração do jogo de futebol.

Configurados os protótipos volta-se à janela anterior onde podemos iniciar uma projecção. Para isso é apresentada uma nova janela onde o utilizador tem a opção de escolher o protótipo que este quer executar. Para executá-lo o utilizador pressiona o botão de arranque “Start”.



**Figura 42 - Janela de arranque dos protótipos.**

O arranque de um protótipo leva a que seja lançada uma janela em ecrã inteiro onde este é executado. Para terminar a execução de um protótipo o utilizador pressiona a tecla 's' (stop). Ao terminar a execução do protótipo o utilizador volta à janela anterior.

Para terminar uma projecção e sair da Framework o utilizador apenas tem de clicar nos botões de fecho das janelas e todas as configurações efectuadas são guardadas automaticamente e de forma transparente ao utilizador.

## 5.4. Instalação

O funcionamento da Framework depende de algumas tecnologias, as quais passo a referir:

- Java 1.5+
- Java Media Framework (JMF) [32]

Na instalação da Java Media Framework recomenda-se que a câmara esteja ligada ao computador para que esta seja registada no sistema, caso contrário é necessário executar o ficheiro `jmfregistry.exe` que se encontra na directoria de instalação do JMF.

Após a instalação destas tecnologias, procede-se à extracção do ficheiro “\*.rar” fornecido para uma directoria à sua escolha e à execução do `WowFloor.jar` para iniciar a Framework. A execução do `WowFloor.jar` pode ser efectuada directamente, uma vez que se trata de um jar executável, ou através do seguinte comando na consola:

```
java -jar <caminho para WowFloor.jar>
```

## 5.5. Problemas conhecidos

Estes são alguns dos problemas que foram detectados na Framework e para os quais ainda não foi determinada uma solução:

- Na parte de calibração, se o utilizador desligar a câmara e voltar a ligá-la esta não é detectada.

Visto se tratar apenas de uma versão beta da Framework esta ainda não faz o tratamento de alguns erros nem possui indicadores de estado. Por exemplo, se o utilizador adicionar média a um protótipo e depois modificar o caminho desta ou apagá-la do sistema, a Framework não indica que a média está em falta o que resulta num bloqueio da aplicação quando o protótipo em questão é executado.

## 5.6. Dificuldades encontradas

Grande parte das dificuldades encontradas está relacionada com execução das applets do Processing na Framework.

Inicialmente para detectar movimento, utilizava-se uma biblioteca do Processing chamada JMyron [22], só que esta estava a dar alguns problemas

quando integrada com a Framework que resultavam no término inesperado desta. Decidiu-se então utilizar, com sucesso, o JMF como alternativa para a detecção do movimento.

Algumas das bibliotecas do Processing não funcionavam correctamente quando integradas com a Framework, felizmente conseguiu-se arranjar alternativas que desempenhassem a mesma função que estas.

O suporte multimédia do Java ainda não está suficientemente desenvolvido, essencialmente no que toca à reprodução de vídeos. O que acontece é que a reprodução de vídeos fica um pouco dessincronizada e com fraca qualidade.

## 6. Testes e observações

Antes de a Framework estar desenvolvida, desenvolveram-se protótipos para fazer alguns testes de forma a determinar qual o impacto que estes têm nas áreas de marketing, cultura, diversão e lazer.

Os primeiros testes foram feitos na Universidade da Madeira após a construção de um suporte adequado ao espaço onde foi montado o tapete interactivo. Mais tarde surgiu a oportunidade de montar um tapete interactivo no edifício da reitoria da Universidade da Madeira para uma exposição da DRAC acerca dos 500 anos da cidade do Funchal.

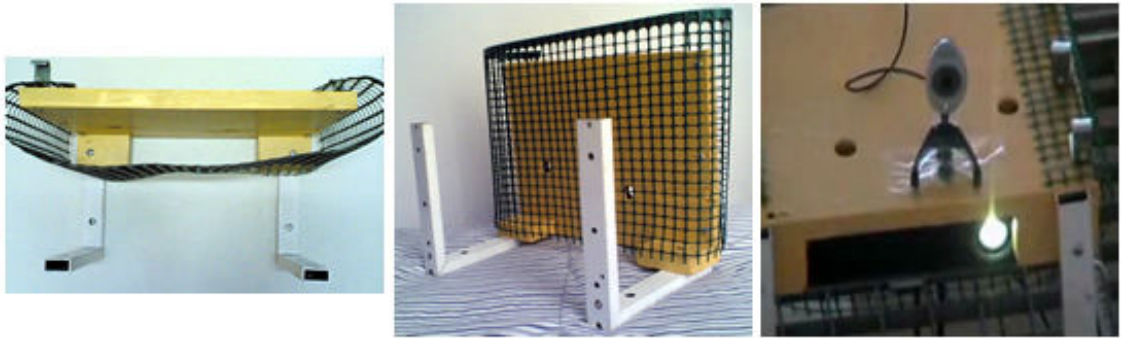
### 6.1. Testes na Universidade da Madeira

Devido à ausência de um espaço preparado para montar um tapete interactivo, os primeiros testes dos protótipos foram efectuados numa parede.



Figura 43 - Teste do protótipo Spray Reveal numa parede.

Mais tarde descobriu-se um local onde era possível montar um tapete interactivo. Com um suporte adequado, era possível fazer uma projecção do piso 0 para o piso -1. Logo, fez-se o suporte e retomou-se os testes, desta vez seguindo a arquitectura de montagem do tapete interactivo.



**Figura 44 - Suporte construído a partir de restos de materiais para colocar o projector na varanda do piso 0 da UMa.**

No processo de montagem do tapete interactivo observou-se alguma curiosidade entre os indivíduos que lá estavam presentes. Na altura de execução dos protótipos notou-se que havia uma curiosidade em experimentar o tapete, mas ao mesmo tempo um afastamento possivelmente devido ao facto de estarmos presentes ou simplesmente por pensarem estar a interferir com o nosso trabalho.



**Figura 45 - Testes efectuados às primeiras versões dos protótipos.**

Em futuros testes no mesmo local, utilizou-se os protótipos de reveal com algumas imagens relativamente a um tema. Notou-se que os indivíduos que interagiam prestavam mais atenção ao efeito de reveal do que ao

conteúdo. Já o mesmo não aconteceu no jogo de futebol, pois quase todos os indivíduos comentaram os clubes intervenientes na partida interactiva.

Os testes foram efectuados com exposição à luz do dia e com exposição a luz artificial. Verificou-se que a detecção de movimento é melhor quando há alguma luz ambiente natural e sem muitas variações, mas o brilho do tapete é menor. O oposto acontece em ambientes escuros, ou seja, a detecção de movimento é muito fraca, mas o tapete tem mais brilho. Para melhorar a detecção de movimento num ambiente mais escuro utilizou-se um iluminador infravermelhos que infelizmente não foi o mais adequado porque este não cobria toda a área do tapete, logo a detecção de movimento ficou mais ou menos igual excepto nos locais onde incidiam os infravermelhos onde a detecção atingia o mesmo nível dos ambientes com iluminação natural.

## **6.2. Exposição da DRAC Funchal 500 anos**

Para a exposição foi pedida uma área interactiva equivalente a dois tapetes interactivos consecutivos. O conteúdo a ser apresentado pelos tapetes seria relacionado com os transportes e estaria dividido em 4 secções, mar, calhau, carros e comboio. Cada secção teria um conjunto de imagens e som alusivo ao tema. Para apresentar as imagens foi escolhido o protótipo de reveal “Flipping Tiles”. Uma vez que tínhamos 4 secções e apenas 2 tapetes, foi necessário efectuar alterações ao protótipo de modo a que este respondesse como dois tapetes individuais. Foi disponibilizado um suporte que ficaria a 3 metros do solo e que suportaria todo o equipamento. A luz ambiente seria controlada, uma vez que as janelas estariam cobertas e teria iluminação constante no interior do espaço.



**Figura 46 - Suporte disponibilizado com o equipamento montado.**

Todo o desenvolvimento do tapete nomeadamente as alterações ao protótipo, preparação do conteúdo, instalação e configuração do equipamento, foi efectuado num espaço de alguns dias para que fosse incluída uma visita do nosso Presidente da República Dr. Aníbal Cavaco Silva à exposição.

Após a visita do Presidente da Republica a exposição ficou aberta ao público durante o período aproximado de um mês. Muitas escolas vieram ver a exposição e ajudaram a tirar algumas observações e conclusões.

Durante essas visitas notou-se que os indivíduos não passavam em cima do tapete pois não tinham conhecimento da sua interactividade, mas após terem conhecimento desse facto permaneceram a interagir com o tapete. Observou-se que tanto as crianças como os adultos começam por achar engraçado o efeito aplicado sobre as imagens, sendo os segundos a prestarem mais atenção ao conteúdo passado algum tempo. Após uma pessoa estar a interagir com o tapete, outras juntam-se e experimentam também.





Figura 47 - Tapete interactivo montado para exposição.

Alguns dias após a abertura da exposição surgiu uma crítica nas cartas do leitor do Diário de Noticias que dizia o seguinte:

*“... gostaria de destacar sobretudo a exposição sobre o Turismo e o Património madeirense que visitei na Universidade. Fiquei deveras maravilhado com a tecnologia utilizada, com os elementos multimédia (nomeadamente um tapete muito engraçado que por lá tinham!) que se encontram na mesma e com o seu conteúdo. Foi uma experiência singular (nunca tinha visto nada igual, nem nas minhas frequentes visitas ao estrangeiro). Senti-me orgulhoso por saber que em Portugal existe este nível de tecnologia. Verdadeiramente única e cativante! ...” - Carlos Gustavo Soares Neves Marques Quelfes de Olhão. [26]*

No entanto, notou-se a necessidade de arranjar uma forma de automatizar o processo de ligar e desligar o tapete interactivo, uma vez que

para isso era necessário subir uma escada para interagir com os computadores que estavam no suporte.



**Figura 48 - Acesso aos computadores para configuração dos tapetes.**

O acesso aos computadores poderia ter sido feito através da rede mas esta foi desactivada devido às notificações do sistema operativo que poderiam surgir e interferir com a execução do tapete interactivo. Verificou-se que o tapete funciona muito bem quando temos uma luz ambiente controlada.

Devido ao teor dos conteúdos que foram definidos pelos organizadores da exposição não foi possível tirar mais observações.

## 7. Conclusão

Todo o processo de planeamento e construção de um tapete interactivo envolve estudar todas as condições do espaço envolvente relativamente à quantidade de luz e do espaço disponível, pois todo o equipamento, desde o projector ao computador, câmara infravermelha e suportes, dependem dessas condições. As variações de luz ambiente continuam a ser algo que tem de ser controlado para o bom funcionamento do tapete interactivo, uma vez que estas influenciam a detecção de movimento.

Na fase de testes, mais concretamente durante a execução do tapete interactivo, notou-se uma grande necessidade de poder aceder à Framework de forma remota para poder gerir os protótipos. Esta é uma funcionalidade que está presente em muitos dos sistemas interactivos das empresas estudadas. Para além desta funcionalidade, existem outras como o agendamento e estatísticas dos protótipos, que são uma mais-valia quando se pretende utilizar o tapete em áreas como marketing. Muitas das empresas estudadas direccionam os seus sistemas interactivos para a área de marketing. De acordo com os testes efectuados, confirmou-se que o tapete interactivo é excepcional quando se trata de persuadir grandes quantidades de pessoas, um requisito muito importante quando se faz marketing e publicidade. No entanto notou-se que ainda falta algo que faça com que o tapete interactivo mostre a sua interactividade a quem a desconhece. As pessoas apenas interagem com o tapete quando realmente vêm como este funciona. O efeito surpresa proporcionado faz com que as pessoas parem para interagir com o conteúdo disponibilizado pelos protótipos um pouco mais.

Relativamente às tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da Framework e dos protótipos, o Java e o Processing mostraram-se ser linguagens fáceis de utilizar e muito flexíveis, mas a performance deixa um pouco a desejar quando se trata de protótipos mais complexos. O suporte do Java para vídeo ainda está muito aquém das expectativas e precisa de ser mais trabalhado.

Já o desenvolvimento dos protótipos requer conhecimentos em áreas, para além da informática, como Arte e Design, Física e um pouco de Psicologia. A Arte e Design para tornar os protótipos muito atractivos, a Física para tornar os conteúdos dinâmicos e com uma reactividade mais natural e a Psicologia para determinar quais as melhores formas de atingir um público-alvo.

Para concluir acredita-se que sistemas como o tapete interactivo serão cada vez mais utilizados no futuro em diversas áreas e que os métodos de interacção actuais (ex: rato e teclado) tornar-se-ão cada vez mais obsoletos, pois estes sistemas tiram parte de todos os movimentos do corpo humano para interacção com sistemas informáticos resultando numa maior eficiência e ao mesmo tempo diversão.

## 8. Futuro Desenvolvimento

Num futuro próximo, os objectivos primários seriam resolver os bugs e problemas da versão actual, tornar a adição e remoção de protótipos num processo mais flexível e modular, e melhorar o suporte multimédia incluindo a importação de novos formatos e uma reprodução mais fluida e sincronizada do conteúdo.

Seguidamente pretende-se integrar na Framework novos módulos que permitam desenvolver protótipos cada vez mais apelativos e que facilitem divulgação do conteúdo multimédia de forma eficiente. Desses novos módulos destacam-se os seguintes:

- **Módulo de agendamento de protótipos** – responsável pelo agendamento de protótipos para determinados anos, meses, semanas, dias, horas e minutos. Especificação da duração do agendamento de forma a automatizar o processo de troca de protótipos e de conteúdo.
- **Módulo de manipulação de objectos 3D** – permite a criação de animações 4D que interagem com os utilizadores fomentando a persuasão.
- **Módulo de gestão remota** – disponibiliza a possibilidade de controlar a Framework e os protótipos a partir de um local remoto para uma gestão mais fácil.
- **Módulo de estatísticas** – mostra padrões de utilização dos protótipos a partir do tempo de interacção com estes e das alturas do dia, semana, mês ou ano em que estes são mais utilizados de forma a determinar melhores estratégias de marketing.

Um dos objectivos futuros é também o desenvolvimento de formas de utilizar diversos tapetes interactivos sincronizados entre si de para formar grandes superfícies interactivas.

## 9. Referências

1. **Adobe** [Online] // Flash. - <http://www.adobe.com/products/flash/>.
2. **Armato Tim** [Online] // Art:Sculture:Science:Processing. - <http://tim.armatodesign.com/processing/index.html>.
3. **ArtCom** [Online] // Floating Numbers. - <http://www.artcom.de/process/project.php?n=0>.
4. **Bodytag** [Online] // Subexperiment. - <http://bodytag.org/tp02/>.
5. **Bollinger Dave** [Online] // Works. - <http://www.davebollinger.com/works/>.
6. **Carden Tom** [Online] // Random Etc.. - <http://www.tom-carden.co.uk/category/processing/>.
7. **Catchyoo** [Online]. - <http://www.catchyoo.com/>.
8. **Central Projector** [Online] // Projection Calculator. - <http://www.projectorcentral.com/projection-calculator.cfm>.
9. **Connexions** [Online] // Media Processing in Processing. - <http://cnx.org/content/col10268/latest/>.
10. **Displax** [Online]. - <http://www.displax.com/>.
11. **Dreamer Data** [Online] // Ball 02 Applet. - <http://www.datadreamer.com/sketches/ball02/>.
12. **East Projector Guide Middle** [Online] // Office Buyers Guide. - [http://www.cpilive.net/news\\_ver2\\_old/guides\\_2004/projector\\_guide\\_issue\\_04/office.htm](http://www.cpilive.net/news_ver2_old/guides_2004/projector_guide_issue_04/office.htm).
13. **Falstad** [Online] // Math, Physics and Engineering Applets. - <http://www.falstad.com/mathphysics.html>.
14. **FeedTank** Dance Floor Moves [Online]. - <http://www.feedtank.com/dfm.html>.
15. **Impressx** PoolSystem [Online]. - <http://www.impressx.com/en/products/poolsystem.html>.
16. **Interactive SIA** [Online]. - <http://www.siainteractive.com/sitio2/eng-0215.htm>.

17. **Java Sun** [Online] // JMF Developers Guide. -  
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/jmf/1.0/guide/index.html>  
.
18. **Java Sun** [Online] // Java Sound API Programmers Guide. -  
[http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/sound/programmer\\_guide/contents.html](http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/sound/programmer_guide/contents.html).
19. **Klep Robert** [Online] // Processing Experiments. -  
<http://klep.name/software/processing/>.
20. **LightSpace** [Online]. - <http://lightspace.biz/>.
21. **Luminvision** [Online]. - <http://www.luminvision.co.uk/interactive.htm>.
22. **Myron** [Online] // WebcamXtra. - <http://webcamxtra.sourceforge.net/>.
23. **Nathan** CrowdedCouch [Online] // Fire Simulator. -  
<http://nathan.crowdedcouch.com/firesim/>.
24. **Processing** [Online] // Discourse. -  
[http://processing.org/discourse/yabb\\_beta/YaBB.cgi](http://processing.org/discourse/yabb_beta/YaBB.cgi).
25. **Processing** [Online]. - <http://processing.org/>.
26. **Processing** Libraries [Online]. -  
<http://www.processing.org/reference/libraries/index.html>.
27. **Processing** Reference [Online]. -  
<http://www.processing.org/reference/index.html>.
28. **Quelfes Carlos Gustavo Soares Neves Marcos** Uma Semana na Madeira [Journal]. - Olhão : Diário de Notícias, 2008.
29. **Sensitive.Floor** [Online]. - <http://www.sensitivefloor.com/>.
30. **Shiffman Daniel** [Online] // The Nature of Code. -  
<http://www.shiffman.net/teaching/nature/>.
31. **Steen Brian** [Online] // Moths Applet. - <http://www.brian-steen.com/processing/moths/applet/>.
32. **Sun** [Online] // Java Media Framework. -  
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/jmf/>.
33. **Sun** [Online] // Java. - <http://java.sun.com/>.
34. **Toxi** [Online] // Processing Works. - <http://toxi.co.uk/p5/>.
35. **Unlekker** [Online] // Processing. - <http://processing.unlekker.net/>.

36. **WikiHow** [Online]. - <http://www.wikihow.com/Make-a-Webcam-Into-an-Infrared-Camera>.