

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



FEUP

Experiências Baseadas na Localização em Dispositivos Móveis

António Duarte Paiva Alves

Relatório de Projecto
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Miguel Pimenta Monteiro (Professor Auxiliar)

Julho de 2009

Experiências Baseadas na Localização em Dispositivos Móveis

António Duarte Paiva Alves

Relatório de Projecto
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Jorge Barbosa (Professor Auxiliar)

Arguente: Helena Rodrigues (Professor Auxiliar)

Vogal: Miguel Pimenta Monteiro (Professor Auxiliar)

31 de Julho de 2009

Resumo

Este relatório documenta uma abordagem concreta em que a utilização de dispositivos sensíveis à sua localização pode enriquecer a experiência de visitantes de um museu. Concretamente, trata-se do museu da Chapelaria de São João da Madeira, primeiro local onde será implementado. Este projecto representa a primeira parte de um projecto maior que pretende ser uma solução completa e integrada no que se refere a guias multimédia para museus, podendo portanto ser considerado uma experiência levada a cabo num cenário real de modo a encontrar necessidades e adaptar-se aos requisitos encontrados.

No entanto, não foi uma abordagem iniciada do zero. Foram investigados projectos e experimentos semelhantes levados a cabo e observadas as suas conclusões. A tecnologia necessária para produzir este projecto também foi escolhida atendendo às várias hipóteses existentes e às suas vantagens e limitações. Optou-se pelo desenvolvimento na plataforma *Windows Mobile 6* e recorrendo a *.NET Compact Framework 3.5*. A tecnologia de localização utilizada são identificadores por rádio-frequência – RFID. Uma tecnologia que é tradicionalmente utilizada em espaços interiores. O seu funcionamento baseia-se na detecção de etiquetas que respondem ao sinal emitido pelo dispositivo que é simultaneamente emissor e leitor.

Após a análise referida, especificaram-se um conjunto de funcionalidades enquadradas no ambiente a que se aplica o projecto. Numa aplicação que pretende fornecer experiências baseadas na localização é essencial que esta tenha a capacidade de se localizar e de apresentar conteúdos multimédia de acordo com a sua posição dando ao utilizador uma imersão superior, complementando aquilo que o próprio espaço em que se encontra lhe transmite. Também se introduziram funcionalidades que permitissem a comunicação numa tentativa de partilhar as referidas experiências. Para os donos efectivos do sistema incluíram-se meios de registar as utilizações dadas a cada dispositivo de modo poder adaptar a exposição consoante os resultados recolhidos durante as visitas.

A arquitectura e implementação da aplicação realizaram-se a partir da ideia de que cada componente deveria ser o mais independente possível pois a possibilidade de num futuro próximo ser necessário modificar a tecnologia de localização ou o interface gráfico, por exemplo, é forte e deverá evitar alterações profundas na aplicação. Foram também considerados os recursos de memória, processamento e carga de bateria no teste das funcionalidades, atendendo ao tempo de de visita e à fluidez da interacção.

O projecto viveu um dia importante quando foi demonstrado publicamente no museu para um grupo de museólogos. As suas sugestões e recomendações serão consideradas em futuras iterações do projecto. Objectivamente, as funcionalidades previstas para o dispositivo foram implementadas, sendo no entanto necessário experimentar outras tecnologias, como aliás já está previsto, de modo a melhorar o mecanismo de localização. Um compromisso entre o número de funcionalidades disponíveis e a simplicidade do interface também deve ser encontrado em cada local onde o projecto se implementar.

Abstract

This report documents a practical approach where the use of location aware devices can improve the users' experience when they visit a museum. Namely, the Museu da Chapelaria of São João da Madeira will be the first place where this solution is going to be implemented. This project represents the first step in a broader project which aims to be a complete and integrated solution regarding multimedia guides for museums. Therefore, it can be considered an experience to test against a real scenario in order to create and adapt itself as requirements are found.

However, it was not a start from scratch. Projects, where similar experiments were carried out, were investigated and their conclusions taken into account. The technology required to produce this project was chosen among various hypotheses and with previously acknowledge of their advantages and limitations. Windows Mobile 6 platform and the .NET Compact Framework 3.5 were chosen as development environments. The location technology used was the Radio-Frequency Identifier – RFID. A technology traditionally used at indoor location systems. It operates by detecting RFID tags that respond to the signal emitted by the reader

After this analysis, a set of features were specified attending the project's environment. In an application that aims to provide experiences based on location is essential the ability to locate and provide multimedia content according to its position, thus giving to the user an enhanced immersion in the place he or she is visiting. Features were introduced to allow communication between handhelds. This is an attempt to make users share those experiences. For the actual owners of the system a feature to record users activity is included. This tracking measure is intended to help curators adjust their exhibits to public's taste.

The application's architecture and implementation was planned and built from the idea that each component should be as independent as possible. The possible future need to change the location technology or the graphic user interface, for example, must not force a deep rewrite in the application's core. It was also considered the limited resources of this type of hardware such as memory, processing power and battery life when implementing features that must keep an useful visit time and an acceptable interface responsiveness.

The project had an important day when it was shown publicly at the museum to a group of museologists. Their suggestions and recommendations will be considered in future iterations of the project. Objectively, the features planned for the device have been implemented, but there is a need to try other technologies to improve the location mechanism. A compromise between the number of features and the simplicity of the interface must also be found according to specific requirements from each project implementation.

Agradecimentos

A realização deste projecto só me foi possível graças às pessoas e organizações que o propuseram, encorajaram e que ajudaram directa ou indirectamente à sua concretização

Assim, quero agradecer à associação de empresas de Aveiro Inova Ria que criou as condições necessárias à realização deste projecto e o propôs à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

À Ubiwhere, empresa integrada na Inova Ria e responsável pelo projecto. Nela fui acolhido e realizei o trabalho a que me tinha proposto. Menciono especialmente o meu orientador Rui Costa que me acompanhou no desenvolvimento do projecto e se empenhou activamente no seu sucesso. Aos restantes colaboradores também expresse a minha gratidão pela camaradagem e facilidade com que fui integrado.

À Creative Systems pela colaboração prestado no projecto. Pelo fornecimento do *hardware* e pela resolução das dúvidas que surgiram no seu uso, através das suas APIs.

Ao Museu da Chapelaria de São João da Madeira, concretamente a Pedro Malaquias pelo apoio prestado e pela disponibilidade que me dispensou nas minhas visitas ao museu.

Não posso esquecer o meu orientador da FEUP, o professor Miguel Pimenta Monteiro, que me aconselhou ao nível tecnológico para melhorar o desempenho da aplicação e reviu exaustivamente as sucessivas versões deste relatório.

Por fim, quero agradecer à minha família e aos meus amigos, especialmente aos meus colegas André Meneses, Carlos Fernandes, Hugo Martins, Marc-Olivier Gonçalves e Ricardo Vieira, que me ajudaram nesta mudança para Aveiro e me apoiaram em todos os desafios a que me enfrentei nestes últimos anos.

António Duarte Paiva Alves

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	A Ubiwhere.....	1
1.2	O Mobile Museum Guide.....	1
1.3	Motivação e Objectivos.....	2
1.4	Estrutura do Relatório.....	3
2	Experiências e tecnologias sobre localização.....	4
2.1	Experiências	4
2.1.1	Plataformas.....	4
2.1.2	Objectivos e Actividades.....	5
2.1.3	Desenho.....	6
2.2	Tecnologia.....	6
2.2.1	Localização.....	6
2.2.2	Plataformas de Desenvolvimento.....	9
2.2.3	Reprodução de Multimédia.....	11
2.2.4	Bases de dados.....	11
2.3	Resumo.....	12
3	Especificação.....	13
3.1	Conceitos.....	13
3.2	Requisitos Funcionais.....	14
3.2.1	Localização.....	15
3.2.2	Pesquisa.....	16
3.2.3	Reprodução de Conteúdos.....	17
3.2.4	Interacção.....	18
3.2.5	Socialização.....	19
3.2.6	Ajuda.....	20
3.2.7	Registo de Utilizadores.....	20
3.2.8	Recolha de Dados Estatísticos.....	21
3.3	Requisitos Não Funcionais.....	22
3.4	Resumo.....	22
4	Arquitectura.....	23
4.1	Introdução.....	23
4.2	Pressupostos.....	24
4.3	Decisões de Arquitectura.....	24
4.3.1	Navegação.....	25
4.3.2	Configuração.....	26
4.3.3	Localização.....	27
4.3.4	Lançamento de Jogos.....	27
4.3.5	Comunicação.....	28
4.4	Resumo.....	29

5 Implementação.....	30
5.1 Visão Geral.....	30
5.2 Detalhes Relevantes.....	32
5.2.1 O Controlador do GUI.....	32
5.2.2 A Base de Dados.....	32
5.2.3 Modelo.....	34
5.2.4 Comunicação Aplicação – Jogo.....	35
5.2.5 Comunicação Aplicação – Aplicação.....	35
5.2.6 Recursos.....	35
5.2.7 Tema.....	36
5.2.8 Formulários e Controlos.....	37
5.3 Resumo.....	37
6 Testes e Resultados.....	38
6.1 Metodologia e Testes.....	38
6.2 Exemplo de Utilização.....	39
6.3 Demonstração Pública.....	42
7 Conclusões e Trabalho Futuro.....	43
7.1 Satisfação dos Objectivos.....	43
7.2 Trabalho Futuro.....	44
Referências.....	46
Anexo A: Protótipos.....	49
A.1 Protótipos criados durante a Especificação da Aplicação.....	49
Anexo B: Base de Dados.....	53
B.1 Lista de Operações.....	53
B.2 Descrição Pormenorizada das Tabelas.....	54
Anexo C: Organização da Aplicação.....	59
C.1 Descrição Pormenorizada da Organização da Aplicação.....	59
Anexo D: Configuração.....	61
D.1 Ficheiro MMG.Config.xml.....	61
Índice Remissivo.....	63

Lista de Figuras

Figura 2.1: Sistema RFID utilizado no Museu do Mármore em Carrara.....	8
Figura 2.2: Equipamento em conjunto com a tecnologia RFID.....	9
Figura 3.1: Pacotes de Casos de Utilização do Utilizador.....	14
Figura 3.2: Pacotes de Casos de Utilização do Operador.....	15
Figura 3.3: Casos de utilização: Localização.....	15
Figura 3.4: Casos de utilização: Pesquisa.....	16
Figura 3.5: Casos de utilização: Reprodução de Conteúdos.....	18
Figura 3.6: Casos de utilização: Interação.....	19
Figura 3.7: Casos de utilização: Socialização.....	19
Figura 3.8: Casos de utilização: Ajuda.....	20
Figura 3.9: Casos de utilização: Registo de Utilizadores.....	21
Figura 3.10: Casos de utilização: Recolha de Dados Estatísticos.....	21
Figura 4.1: Diagrama geral da arquitectura.....	25
Figura 4.2: Esquema do padrão Passive View.....	26
Figura 4.3: Template Method na Localização.....	27
Figura 4.4: Lançamento de Jogo recorrendo a um AppDomain suplementar.....	28
Figura 4.5: Esquema da Comunicação.....	29
Figura 5.1: Diagrama exemplificativo da organização da aplicação.....	31
Figura 5.2: Diagramas das classes GUIController e GUINode.....	32
Figura 5.3: Modelo da Base de Dados.....	33
Figura 5.4: Diagramas de classes do modelo.....	34
Figura 6.1: Ecrã de Registo.....	39
Figura 6.2: Ecrã Inicial.....	40
Figura 6.3: Sequência de Ecrãs: Da detecção à utilização.....	40
Figura 6.4: Ecrãs: Galeria de Imagens e Vídeo.....	41
Figura 6.5: Ecrãs: Escolha de Pesquisa e Pesquisa por Nome.....	41
Figura 6.6: Ecrãs: Comunicação.....	42

Lista de Tabelas

Tabela 5.1: Constituição das Mensagens.....	35
Tabela 5.2: Relação Recursos – Tipos de Ficheiros.....	36
Tabela 5.3: Imagens do Tema.....	37

Abreviaturas e Símbolos

.NET CF	Microsoft .NET Compact Framework.
API	Application Programming Interface
B	Byte
COM	Component Object Model
GB	GigaByte
HTML	HyperText Mark-up Language
IMS	IP Multimedia Subsystem
KB	KiloByte, usado 1024 Bytes (KibiByte)
MMG	Mobile Museum Guide, o acrónimo do projecto em que se insere este trabalho.
MSMQ	Microsoft Message Queue
MVC	Model-View-Controller design pattern
MVP	Model-View-Presenter design pattern
PDA	Personal Digital Assistant
SDK	Software Development Kit
SMS	Short Message Service
UW	Ubiwhere
VLC	VLC media player, originalmente VideoLan Client
XML	Extensible Markup Language

1 Introdução

Este primeiro capítulo serve para contextualizar o ambiente em que se insere este projecto, realizando uma breve apresentação da empresa proponente e do supra-projecto que o contém. Introduce as necessidades que levaram à sua execução e a forma como foi dada resposta. No final, especifica a estrutura deste relatório e apresenta cada capítulo e os tópicos nele discutidos.

1.1 A Ubiwhere

A Ubiwhere [Ubi08] é uma empresa de I&D, situada no Campus da Universidade de Aveiro com a qual mantém uma estreita relação através da Incubadora de Empresas do Departamento de Electrónica e Telecomunicações e com o Instituto de Telecomunicações. Está integrada na Inova-Ria, associação de empresas da região de Aveiro que visa agrupar uma multiplicidade de competências na área das Telecomunicações para tornar a região uma referência na área. Também possui instalações no Parque Tecnológico de São João da Madeira.

É uma empresa jovem que providencia serviços de consultoria e criação de software para Redes Heterogéneas e Redes de Próxima Geração com destaque para o IMS, tecnologia base das redes 4G e seguintes. A tecnologia IMS é de grande importância na convergência das redes Fixo-Móvel (FMC) e dos serviços *Triple Play*¹.

A estes serviços é acrescentada uma linha de produtos especializados em Computação Ubíqua aplicada ao turismo. Concretamente, são aplicações sensíveis ao contexto que, no caso do turismo, se concentram, essencialmente, na capacidade de reconhecer o momento e o local em que o seu utilizador se encontra, podendo oferecer-lhe a informação que ele deseja de um modo transparente. Os sistemas são o *Mobile Travel Guide*, guia turístico pessoal, e o *Mobile Museum Guide*, no qual se inclui este projecto.

A empresa conta com os serviços de cerca de 15 pessoas distribuídas pelos vários projectos.

1.2 O Mobile Museum Guide

O *Mobile Museum Guide*, doravante designado pelo seu acrónimo, é um projecto que visa a criação de uma solução integrada com o sistema de gestão de inventário de um museu, com o

¹ Internet, Televisão e Telefone

Introdução

seu sítio *online* e com um guia portátil individual a ser utilizado durante o tempo em que decorre uma visita. Este sistema permite aos visitantes terem uma experiência enriquecida no momento em que se encontram no local e a capacidade de a prolongar utilizando um perfil personalizado na página *web* do museu. Nesta poderão ter acesso aos conteúdos que referenciaram na visita. O projecto descrito neste relatório é uma parte deste sistema e concentra-se na aplicação que se encontra nos dispositivos portáteis disponibilizados, pelo museu, aos seus visitantes.

O MMG encontra-se, no presente, a ser desenvolvido para o Museu da Chapelaria de São João da Madeira, local onde já foi apresentado e demonstrado no decorrer deste projecto.

1.3 Motivação e Objectivos

Desenrola-se neste momento, um esforço levado a cabo por várias entidades tecnológicas, económicas e políticas na tentativa de disseminar o uso das tecnologias de informação. Uma corrente das intenções é que estas se tornem omnipresentes no ambiente e tão adaptadas ao mesmo que os seus interfaces se afigurem tão naturais como a inclusão da escrita no quotidiano. [Wei91] Este conceito é conhecido por Computação Ubíqua.

Associada a este conceito está a tendência da portabilidade associada à capacidade de criar aplicações que são "conscientes" da sua localização e usam essa propriedade para construir em seu redor uma grande multiplicidade de serviços. É com base nesta ideia que se pretende disponibilizar um meio capaz de contribuir para o enriquecimento das experiências pessoais que se podem proporcionar quando se visita um determinado local.

Concretamente, os objectivos para o projecto descrito neste relatório são:

- A criação de uma plataforma que abranja um conjunto de funcionalidades base (as que constituem esta lista) mas que permita também a fácil e rápida adição ou adaptação dos seus componentes.
- A capacidade de visualizar textos e imagens e reproduzir áudio e vídeo de modo a completar a experiência do utilizador.
- A possibilidade de fornecer esses conteúdos de uma forma automática e adaptada ao local em que o utilizador se encontra. Pretende-se, também, a opção de ver esses recursos por iniciativa própria, utilizando um mecanismo de pesquisa, ou simplesmente ignorar as sugestões apresentadas.
- A integração na plataforma de jogos que possibilitem a interacção e, ao mesmo tempo, uma forma leve de aprendizagem.
- A disponibilização de formas de socialização através da partilha de conteúdos, envio de mensagens e observação das localizações de outros utilizadores no mapa.
- O registo da utilização da aplicação de modo a poder ter dados que permitam construir estatísticas sobre os pontos de interesse que os utilizadores consultam e os percursos que seguem durante a visita.

A materialização destas ideias será posta em prática no Museu da Chapelaria de São João da Madeira. A tecnologia de localização utilizada será baseada em RFID fornecidos pela empresa Creative Systems juntamente com o restante *hardware* necessário. Este trabalho pode considerar-se a primeira fase do desenvolvimento do MMG pelo que os testes efectuados no local e as respostas dos utilizadores forneceram com certeza material para melhorias a ser introduzidas no sistema. Têm, por isso, um grande impacto em futuras revisões e instalações noutros locais.

A calendarização do projecto contemplou uma fase inicial de três semanas para o estudo do estado da arte e a especificação da aplicação. Seguiram-se cerca de dois meses de

Introdução

desenvolvimento que precederam a apresentação que ocorreu no museu no dia 20 de Maio. O período seguinte foi dedicado a efectuar melhoramentos e a incluir novas funcionalidades relacionadas com a comunicação entre dispositivos.

1.4 Estrutura do Relatório

O presente relatório conta, para além desta introdução, com uma revisão ao que actualmente se produz no âmbito das experiências em dispositivos móveis e especialmente no contexto dos museus. São também analisadas as tecnologias existentes que se adaptam a este projecto. Segue-se uma especificação da aplicação a criar com as funcionalidades detalhadas. No capítulo seguinte são explicadas as decisões de arquitectura contextualizando-as na plataforma utilizada e nos objectivos pretendidos. A seguir apresenta-se uma descrição mais detalhada da implementação, indicando explicitamente a nomenclatura e distribuição do código e referenciando os aspectos mais importantes. Esta elaboração sobre o desenvolvimento é seguida pela explicação da metodologia de desenvolvimento e dos testes realizados no advento da apresentação e pelos resultados que esta obteve. Termina-se com uma conclusão sobre o trabalho efectuado onde se avaliam os objectivos conseguidos e se revela o rumo que o projecto seguirá a partir do que foi efectuado até à elaboração deste relatório.

2 Experiências e tecnologias sobre localização

Neste capítulo pretende-se enquadrar o projecto em relação àquilo que tem sido feito académica e comercialmente nesta área. Esta revisão incidirá sobre duas áreas: a utilização de sistemas móveis para aumentar a experiência associada a um local e as tecnologias que fazem este processo possível.

2.1 Experiências

Desde o aparecimento recente de dispositivos móveis com capacidades semelhantes aos computadores de secretária que os precederam alguns anos, têm vindo a ser realizadas algumas experiências com o intuito de transformar os dispositivos móveis em plataformas capazes de ensinar e divertir os seus utilizadores. Damos conta de algumas dessas experiências atendendo às interacções interpessoais estabelecidas e a satisfação das pessoas que utilizaram os sistemas desenvolvidos. As características tidas em conta são o desenho do interface e o conjunto de funcionalidades oferecido. Estes estudos contribuíram para o desenvolvimento do MMG pois oferecem sensibilidades que podem não ser perceptíveis à partida.

Este projecto é também reconhecido como um piloto na medida em que pretende evoluir com as respostas que os utilizadores forem providenciando de forma a limar as arestas encontradas.

2.1.1 Plataformas

As plataformas físicas criadas para proporcionar aos utilizadores informação ou completar a experiência que estão a viver são cada vez mais avançadas tecnologicamente. Por seu lado, as pessoas no seu papel de visitantes, turistas ou expectadores esperam encontrar e estão cada vez mais predispostas a utilizar estas plataformas.

Um destes meios de comunicação consiste no uso de ecrãs que permitem uma interacção táctil em substituição dos periféricos mais comuns como o rato e o teclado. A utilização deste sistema consiste na apresentação de respostas baseadas nos comandos ou dados introduzidos previamente pelo utilizador. Esta forma de interacção privilegia o indivíduo e negligencia a

colaboração entre vários participantes. Uma situação decorrente, é a provável acumulação de pessoas à volta do ecrã ou numa fila aguardando a sua vez de operar o sistema. Estes utilizadores receberão uma experiência parcial e empobrecida antes de chegar a sua oportunidade uma vez que testemunharam a acção daqueles que os precederam [LHH05].

Outro meio utilizado são os quiosques multimédia. Um quiosque consiste num ecrã, colocado na proximidade de um ponto de interesse, que disponibiliza automática e sequencialmente um conjunto de pequenos filmes, textos ou diagramas que ambientam ou explicam a produção do artefacto acompanhado pelo ecrã. O problema que pode gerar-se com a existência deste sistema é o deslocamento da atenção das pessoas do próprio ponto de interesse para o ecrã. Neste caso o ecrã torna-se o protagonista, ultrapassando as suas funções e anulando o objectivo para o qual foi criado [LHH05].

Completando as opções, encontra-se a possibilidade de usufruir dos conteúdos e informações mencionados recorrendo a dispositivos móveis, sendo a forma mais comum a utilização de PDAs. O uso desta plataforma permite que os pontos de interesse sejam os artefactos mais relevantes no ambiente envolvente. No entanto, a hipótese das pessoas se concentrarem no dispositivo tecnológico ainda existe. O uso do PDA pode também levar o visitante a realizar uma escolha forçada quanto à sua interacção com a exposição e com os outros. Pode optar por realizar uma visita individualizada ou pode deixar o dispositivo desatendido por considerá-lo um estorvo na comunicação com os outros [LHH05]. Cabe à aplicação, em conjunto com as capacidades do *hardware* do dispositivo, proporcionar uma experiência completa ao utilizador ou, pelo menos, deixá-lo optar de acordo com as suas preferências. Mesmo esta opção pode representar um decréscimo na satisfação da experiência pois, dos três focos de atenção que o visitante dispõe: o PDA, o local onde se encontra e os seus companheiros, o utilizador tem de optar constantemente por um, sentindo que está a perder parte da experiência [WAHS01].

O PDA tem, ainda, algumas contingências que devem ser incluídas na análise prévia à criação de uma solução baseada neste tipo de dispositivo [PT03]. O tempo da visita, o conteúdo disponível e as tecnologias utilizadas para garantir que o dispositivo esteja ciente da sua localização têm um grande impacto no tempo de utilização permitido pela bateria. É necessário verificar se uma visita tradicional pode ser realizada recorrendo a este sistema. O tempo em que o dispositivo pode ser recarregado também tem de ser considerado porque só somando este intervalo de tempo é possível prever o número de visitas que um PDA poderá fazer por dia e com base no número de visitantes esperados calcular os recursos possíveis para satisfazer as necessidades da instituição que está a disponibilizar este meio de visita interactiva. Outra questão revela-se na necessidade de acrescentar o dispositivo móvel ao conjunto de objectos que o visitante traz habitualmente para este tipo de espaços. O seu peso e a hipótese de representar uma mão ocupada por parte do visitante são desconfortos a considerar aquando da implementação deste tipo de soluções. Também as cores e resolução do ecrã devem ser pensadas de modo a permitir uma correcta visualização de acordo com a luminosidade presente no espaço sendo necessário desenhar o interface com um conjunto de cores que não se tornem imperceptíveis atendendo aos níveis de contraste necessários. Por último, constata-se que estes dispositivos, devido à sua constituição, estão vulneráveis a quedas e também ao furto, pelo que têm de ser tomadas providências para impedir a sua danificação ou extravio.

2.1.2 Objectivos e Actividades

As expectativas que os utilizadores têm de uma visita ao museu no geral e de um sistema como o MMG em particular podem ser inferidas pela observação da sua utilização ou pelo escrutínio directo dos seus utilizadores. Por seu lado, os responsáveis pela exposição também têm pretensões quanto à utilidade do sistema que estão a disponibilizar.

O visitante espera ter ao seu alcance informação sobre aquilo que está a presenciar e que esta lhe permita contextualizá-lo e percebê-lo. Contudo é comum haver uma necessidade de

partilhar a experiência com os seus companheiros e que esta prevaleça sobre o valor educativo. Do outro lado, espera-se que a utilização da tecnologia seja uma motivação para a visita e ao mesmo tempo uma ferramenta que permita uma imersão no ambiente [WAHS01].

2.1.3 Desenho

A construção deste tipo de aplicações pode partir de alguns resultados adquiridos em projectos anteriores. Algumas práticas a ter em conta são [WAHS01, PT03]:

- Providenciar uma forma para os visitantes partilharem a descrição dos artefactos.
- Utilizar descrições curtas para os objectos e suportar áudio nas mesmas. A opção de visualizar um conteúdo escrito mais detalhado não deve ser descartada mas não pode ser a principal fonte de informação.
- Permitir um acesso livre e fácil a toda a informação, independentemente da localização do utilizador. O utilizador deve sentir que pode, a qualquer altura, aceder à informação que deseje. Evita-se que se sinta preso a um percurso determinado e que a oportunidade de viver uma experiência foi perdida.
- Garantir aos utilizadores que a informação que estão a aceder é referente ao objecto que eles pretendiam. Um problema recorrente é o visitante perder a certeza sobre a correspondência entre aquilo que está a ver e a informação adicional que lhe estão a fornecer. Sendo a correspondência feita em muitas aplicações através de um código que, presente junto ao artefacto, deve ser inserido pelo utilizador para obter informação. Gera-se um sentimento de insatisfação. Os sistemas sensíveis ao contexto têm como um dos seus objectivos resolver este problema.
- Dotar o sistema de uma responsividade perceptível ao utilizador de modo a que este não pense que o equipamento deixou de responder.
- Criar uma interface que respeite os paradigmas mais reconhecíveis pela maioria dos utilizadores e manter coerência entre as acções e sua representação.
- Prever sempre a necessidade de disponibilizar um menu de ajuda para reforçar a confiança do visitante no uso da aplicação.

O seguimento destas práticas permite que o desenho da aplicação possa evitar erros encontrados por outros no passado e a sua ultrapassagem, recorrendo ao um desenho baseado em e orientado para o utilizador.

2.2 Tecnologia

As tecnologias que se proporcionam para a realização deste projecto são de seguida analisadas e são identificados projectos em que se resolveram necessidades semelhantes.

2.2.1 Localização

A localização de dispositivos móveis está a generalizar-se. Existem cada vez mais dispositivos que suportam geo-localização, permitindo a criação de aplicações de acordo com as

potencialidades de cada equipamento. A portabilidade de um sistema GPS deixou de estar apenas relacionada com a escolha de um itinerário durante uma viagem automóvel mas passou a poder ser transportada no bolso e servir para monitorizar a posição de algo ou apresentar informação adequada ao local onde se encontra, nomeadamente na área do turismo. Uma aplicação que actualmente faz uso desta capacidade e proporciona uma realidade aumentada numa visita turística, fazendo uso das potencialidades do GPS é a *Wikitude* para Android [Wik09].

No entanto, este sistema de geo-localização, GPS, é apenas adequado para localizações exteriores e possuindo um erro de aproximadamente 15 metros [GPS09], este valor é bastante elevado quando se pretende diferenciar entre objectos colocados muito próximos.

Para implementar um sistema de localização em espaços interiores é necessário recorrer a outro tipo de tecnologias como *BlueTooth*, Infravermelhos, Identificação por Rádio-Frequência ou usando a rede sem fios. Estas tecnologias baseiam-se na detecção de um sinal emitido ou recebido pelo dispositivo ou por um objecto que se encontra no local. Outra forma de localizar é utilizando marcas fiduciárias ou códigos de barras que são fotografados pela câmara do dispositivo e processam o código de modo a identificar o local. O número elevado de alternativas deve-se ao facto de não existir de facto uma solução padrão como é o caso do GPS para ambientes exteriores. Algumas destas soluções já foram utilizadas em museus com um objectivo semelhante ao deste projecto.

A tecnologia Wireless é implementada recorrendo a triangulação da força do sinal dos pontos de acesso que rodeiam o dispositivo [Nok09]. Este sistema consegue localizações com uma precisão de um par de metros. O sistema da Proximity Platform™, que utiliza esta tecnologia, é inclusivamente usado no museu Tate Modern [Pan02] numa aplicação criada pela Antenna Audio, empresa que se dedica à comercialização de guias interactivos para museus há mais de 20 anos.

Não usando triangulação, é também possível encontrar a posição de um receptor através de regressão linear como demonstra o projecto WIPS [WIP09] embora com um erro que pode chegar aos 10 metros. Para além da contingência da granularidade, os sistemas que utilizam este tipo de tecnologia encontram problemas nos locais que constituem fronteiras entre zonas, ex: duas alas de um museu; e a latência com que é actualizada a posição pode chegar aos 2-3 segundos [PT03]. Uma vantagem da sua utilização deve-se ao facto de ser cada vez mais comum a existência deste tipo de redes dentro dos edifícios o que permite reduzir os custos da instalação de um sistema de localização nesses espaços uma vez que a infra-estrutura já está montada.

A tecnologia Bluetooth permite comunicações até 10 ou 100 metros dependendo da classe utilizada, sendo capaz de atravessar objectos sólidos e conseguir velocidades de transferência de dados de até 3Mbps [Blu09]. A sua principal limitação é o tempo necessário para descobrir novos dispositivos e realizar o emparelhamento [CP04].

Os Infravermelhos possuem uma latência quase nula mas em contrapartida precisam de garantir um alinhamento entre o emissor e o receptor [CP04]. Esta característica força os utilizadores a modificarem os seus gestos para obterem resultados quando o que se pretende é uma interacção natural.

A tecnologia RFID permite a identificação de um determinado objecto através da leitura de um sinal emitido numa rádio-frequência definida. As suas áreas de aplicação são variadas sendo o ponto de partida de cada uma delas a associação de um identificador RFID a um item que se pretenda localizar, contar ou monitorizar. Estes identificadores podem classificar-se em dois grupos: aqueles que têm uma fonte de energia integrada que lhes permitir emitir o seu sinal de forma autónoma designados por *activos* e aqueles que precisam de ser estimulados pelo leitor de modo a emitirem um sinal reconhecido são designados por *passivos*. Outra distinção que é possível fazer contempla as frequências utilizadas pelos dispositivos. As categorias para as frequências são LF, HF e UHF, *Low Frequency*, *High Frequency* e *Ultra High Frequency*, respectivamente. Estas frequências condicionam o alcance que o sinal consegue.

Experiências e tecnologias sobre localização

A utilização desta tecnologia proporciona-se devido à sua simplicidade de utilização e ao reduzido impacto no ambiente do museu. As etiquetas a identificar são de pequena dimensão e facilmente embutidas nos expositores.



Figura 2.1: Sistema RFID utilizado no Museu do Mármore em Carrara.

Na tecnologia RFID podem encontrar-se duas estratégias de utilização. A utilização de leitores portáteis embutidos num dispositivo móvel que serve de montra para a informação quando o utilizador se aproxima de um objecto marcado com um identificador (etiqueta) ou a situação contrária em que a etiqueta é transportada pelo utilizador que despoleta a interacção em reprodutores multimédia espalhados pelo local. Os leitores RFID disponíveis para os dispositivos móveis de uso corrente utilizam a entrada reservada aos cartões de memória do tipo *SD Cards* ou *Compact Flash*. Qualquer destes métodos também proporciona a hipótese de mapear as interacções do visitante. Alguns exemplos são, de seguida, apresentados. O sistema eXspot utilizado no Exploratorium em São Francisco sabe a posição de cada utilizador graças a um cartão, ou colar, portador de uma etiqueta RFID, permitindo-lhe guardar o seu percurso e activar câmaras fotográficas para posteriormente, através da página *Web* do museu, aceder ao conteúdo personalizado da sua visita [BK09]. O Museu de História Natural de Aarhus, na Dinamarca, usa uma ferramenta interactiva designada TaggedX [RFID04]. Esta proporciona jogos, áudio e vídeo relevantes de acordo com o expositor que o visitante acabou de sondar com o seu leitor de RFID. Neste caso a etiqueta está colocada no expositor. No Tech Museum of Innovation em São José foram dadas pulseiras aos visitantes para activar e interagir com expositores e ecrãs. Actualmente, as etiquetas são embebidas nos bilhetes e permitem marcar informação em quiosques multimédia para ser consultada após a visita. Um sistema de RFID activos, em que o próprio identificador está constantemente a emitir o seu sinal, foi utilizado por visitantes do Museu das Ciências de Osaka para possibilitar a interacção com expositores robotizados. No Museu do Mármore em Carrara mostrado na Figura 2.1 e no de História Natural de Calci foi testado um sistema que utiliza um leitor de RFID ligado a um PDA para

mostrar conteúdo, possibilitando ainda a sua integração com ecrãs maiores quando o visitante estava próximo destes [GPSS08]. Uma solução semelhante é apresentada pela empresa Momedia Ltd. que numa parceria com a Glasgow Caledonian University desenvolveu um guia interactivo com recurso à tecnologia RFID [Mom08]. Algumas das implicações que esta tecnologia tem no desenho e arquitectura da aplicação são a distância a que pode actuar, a incapacidade de verificar se o utilizador se encontra orientado no sentido da informação que lhe está a ser transmitida, os custos a nível de energia despendida na utilização permanente de uma antena que procede, continuamente, ao envio e recepção de sinais e se encontra equipada num dispositivo móvel que dispõe de uma bateria de capacidade limitada.

A Figura 2.2 em baixo mostra equipamentos capazes de detectar etiquetas RFID à esquerda. À direita, um leitor próprio para usar em PDAs que possuam entrada SD Card e um conjunto de etiquetas de diferentes formatos. Este conjunto é semelhante ao utilizado neste projecto.



Figura 2.2: Equipamento em conjunto com a tecnologia RFID.

2.2.2 Plataformas de Desenvolvimento

A escolha de uma plataforma de desenvolvimento compreende uma análise prévia às várias opções existentes, verificando as suas vantagens e limitações. Estas características são também enquadradas na especificidade do problema, o que restringe significativamente a escolha. As opções que encabeçam a lista de escolhas no que se refere a este tipo de desenvolvimento são ocupadas pelos produtos das marcas mais importantes e populares (*Sun, Microsoft, Apple, Google, Adobe*, etc). Os seus produtos estão destinados aos seus respectivos sistemas operativos como *Windows Mobile*, o *iPhone OS*, o *Symbian* e o *Android* ou pretendem ser multi-plataforma como o *JavaME* e o *Flash Lite*. Na generalidade, possuem bibliotecas para agilizar a criação de interfaces agradáveis, acesso a conteúdos multimédia e a funcionalidades de rede [Goo09], [App09].

Concretizando, a solução implementada é fornecida ao museu juntamente com o *hardware* necessário, onde se incluem os dispositivos móveis, os leitores e as etiquetas RFID. Como os dispositivos não precisam de comunicar através de redes de telecomunicações móveis (GSM), a utilização de *smartphones* não é necessária. Esta premissa invalida a escolha de plataformas que são orientadas a este tipo de equipamentos como é o caso do *Symbian*.

A alternativa seria disponibilizar apenas a aplicação, para que esta fosse utilizada nos aparelhos dos visitantes. Aqui as escolhas recairiam para as ferramentas da *Microsoft*, para o *Java* ou para o *Flash Lite* por executarem num grande número de dispositivos e/ou serem multi-

plataforma. A opção do *Android*, não pode ser ainda seriamente considerada porque no momento da conclusão do projecto ainda não são comercializados, no nosso país, dispositivos que o suportem. Embora seja de considerar num futuro próximo devido à sua extensa API suportada em grande parte pelos serviços do *Google* ou ao modelo de construção de interfaces baseado em XML (um modelo que se pode ver noutras plataformas como no *XAML* da *Microsoft*). O *iPhone*, apesar de popular, não poderia ser a única solução implementada, o que representaria um esforço redobrado, sendo o seu desenvolvimento condicionado pela linguagem específica da ferramenta, o *Objective-C*, e pelos termos de serviço aplicados pela *Apple*. Esta alternativa não conseguiria disponibilizar um sistema de localização para todos os visitantes e sendo todo o projecto centrado nesta questão, não faria muito sentido abdicar dela.

Assumindo a escolha da solução que engloba o *software* e *hardware*, foi necessário encontrar um dispositivo que permitisse a ligação do leitor de RFID e de um cartão que permitisse expandir a memória, dado que os conteúdos estariam guardados nele. A API que permite a recolha dos valores do leitor também é um detalhe importante a considerar. Esta é disponibilizada num DLL pelo fornecedor do leitor. Com estas restrições optou-se pela *.NET Compact Framework*.

A *.NET Compact Framework* foi criada pela *Microsoft* para permitir o desenvolvimento de projectos para os seus sistemas operativos móveis, nomeadamente *Windows CE* e *Windows Mobile* nas suas várias evoluções. O seu objectivo é permitir o desenvolvimento recorrendo a *managed code*, utilizando *Visual Basic .NET* ou *C#*. Este tipo de código é gerido na sua execução pelo *Common Language Runtime*, *CLR*, a implementação comercial da norma *CLI*. Nesta norma são descritos, entre outros aspectos, um conjunto de tipos, operações e regras partilhados por todas as linguagens que a implementam, designados por *Common Type System* e *Common Language Specification*; metadata e um ambiente de execução, o *Virtual Execution System*. O código é então transformado no *Just-in-Time Compiler* ou *JIT*, um mecanismo que faz a compilação para instruções máquina no momento da execução. A utilização deste sistema dá garantias acrescidas quanto à validade das operações que o código vai executar. Por exemplo, não permite apontadores inválidos, controla fugas de memória através de um *Garbage Collector* e rejeita operações ou chamadas a funções que tentem ignorar os tipos dos dados (*strong type safety*)[Bar03]. O *CLR* desta plataforma foi construído de raiz para executar o código MSIL com eficiência tendo em conta que os dispositivos alvo são limitados em memória e recursos e devem preservar a disponibilidade da bateria. A *.NET CF* pode ser considerada um subconjunto da *.NET Framework* usada nas aplicações *Desktop* possuindo 30% dos seus interfaces em apenas 10% do tamanho. Possui, ainda, algumas classes específicas para gerir funcionalidades presentes apenas nos dispositivos móveis.

A sua utilização neste projecto agiliza o desenvolvimento permitindo que este seja realizado em *C#*. A versão utilizada é a mais recente à escrita deste relatório, ou seja, a versão 3.5.

Com base na escolha desta tecnologia, o projecto será desenvolvido em ambiente *Microsoft Windows Vista*, recorrendo à ferramenta *MS Visual Studio 2008* configurado para a criação de aplicações móveis para *Windows Mobile 6* através do respectivo *SDK*.

Uma outra biblioteca, escrita em *.NET CF*, para utilização em dispositivos móveis, é a *Smart Device Framework* que é desenvolvida pela *OpenNETCF Consulting, LLC* um *Microsoft Gold Certified Partner* [Ope09]. É uma extensão às bibliotecas *.NET CF* que permitem simplificar e reduzir o custo de desenvolver software para as plataformas móveis, diminuindo a diferença entre a versão compacta e versão completa da *.NET Framework*. São disso exemplo os conjuntos de classes destinados a facilitar a utilização de ficheiros de configuração como *AppSettings* ou *Configuration*; os interfaces para utilizar mecanismos do sistema que, de outro modo, só estão acessíveis através de invocações a código nativo como o *WindowsCE.Messaging* ou *WindowsCE.Services* e também uma implementação do *Windows.Forms* que permite criar temas visuais menos genéricos que só são possíveis em *.NET CF* estendendo as classes existentes.

É um produto disponibilizado em várias modalidades, sendo o seu conjunto de bibliotecas disponibilizado gratuitamente com uma licença flexível para qualquer tipo de desenvolvimento académico ou comercial. Existe a possibilidade de adquirir comercialmente suporte e acesso ao código fonte da plataforma.

Neste projecto são requeridas as suas bibliotecas na criação dos controlos que constituem o interface, na gestão das tarefas executadas em *background* e na utilização de *P2pMessageQueue*.

2.2.3 Reprodução de Multimédia

A *.NET CF* não fornece um controlo específico que possa ser inserido numa aplicação e permita a sua fácil utilização onde se incluem as acções comuns a todos os reprodutores multimédia: *Play/Pause* e volume. As plataformas que competem no mercado dos *Pocket PCs* e Smartphones, como por exemplo o *Apple iPhone OS* ou o *Google Android* têm controlos que permitem a fácil manipulação deste tipo de conteúdos.

As soluções existentes para ultrapassar esta limitação são:

- A utilização de um controlo *WebBrowser* que permite embutir uma janela do Internet Explorer na aplicação e utilizar o plug-in do *Windows Media Player* que vem incluído neste navegador para reproduzir o conteúdo. Neste método, é necessário criar um ficheiro HTML que contenha o reprodutor e alterar o endereço do conteúdo a ver/ouvir em tempo de execução
- O uso de um componente Open Source como *Gstreamer* ou *VLC*, que nesta abordagem requerem a compilação do código especificamente para a plataforma móvel ou adaptar o trabalho realizado por projectos que também perseguem o mesmo propósito.
- O licenciamento de um componente comercial como o *OpenNETCF Media Player Control* ou o *CorePlayer Embedded* que servem especificamente para colmatar esta lacuna.
- A criação de uma componente de raiz utilizando *DirectShow*, a API multimédia da Microsoft que tem como função realizar operações relacionadas com ficheiros media e streams.
- A criação de um contentor que permita a utilização do controlo *ActiveX* que implementa o *Windows Media Player*.

Esta última solução encontra-se facilitada pelo trabalho previamente realizado por vários programadores [Fei06],[Str08] e foi utilizada neste projecto. O controlo *ActiveX* é o responsável por reproduzir os conteúdos vídeo e áudio do projecto.

2.2.4 Bases de dados

SQLite é uma biblioteca que implementa um mecanismo de criação e acesso a bases de dados. A sua implementação é *Open Source* e Livre. Entre as características que a tornam atractiva para este tipo de aplicações salientam-se o seu funcionamento correcto sem necessidade de proceder a qualquer configuração ou manter um servidor estando toda a base de dados contida num único ficheiro. Este ficheiro pode ser transferido para qualquer plataforma mantendo a sua funcionalidade [Sql08].

A biblioteca usada designa-se por *System.Data.SQLite*, PHXSoftware, e disponibiliza um conjunto de classes indicadas para manipular a base de dados em *C#*. Este sistema afirma

[PHX09] utilizar menos memória e criar bases de dados mais pequenas que a solução proprietária, *SQL Server CE*.

Por seu lado, a solução da *Microsoft* está pensada para ser utilizada em conjunto com uma aplicação presente num servidor e facilita o processo de sincronização com a mesma.

A utilização do *SQLite* neste projecto justifica-se pelas características acima descritas e com a possibilidade de portar facilmente a base de dados para outra plataforma.

2.3 Resumo

Possuindo este projecto um objectivo concreto, providenciar uma aplicação para ajudar um visitante a usufruir de uma forma superior da sua estadia, é de todo o interesse analisar pesquisas realizadas com o intuito de perceber aquilo que interessa às pessoas e quais os resultados obtidos com produtos semelhantes. Este projecto pretende aproveitar este trabalho já realizado para não partir do zero e criar uma solução que permita disponibilizar todas as funcionalidades presentes em diferentes quantidades nas aplicações existentes. A partir desta base serão realizadas interações posteriores que caminhem de encontro às necessidades específicas de cada local onde se implementar a aplicação desenvolvida neste projecto.

As tecnologias utilizadas foram estudadas de modo a compreender as suas potencialidades e limitações no desenvolvimento da aplicação. Considerando o facto da aplicação se encontrar em equipamentos presentes no museu e da necessidade de esta ser integrada com o componente responsável pelo funcionamento da localização, a opção tomada recaiu na plataforma e ferramentas da *Microsoft* para desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis. Foram encontradas soluções para os requisitos da solução e foram tomadas decisões quanto à escolha de tecnologias, nomeadamente quanto ao sistema de base de dados e à reprodução de conteúdo.

3 Especificação

Após a apreciação de alguns estudos e experiências que exploram problemas semelhantes e de uma revisão às tecnologias utilizadas e disponíveis para abordar este tipo de problemas, é apresentada uma análise concreta dos requisitos do projecto. É identificado um conjunto de conceitos pertinentes no domínio do problema e são enumeradas e justificadas as funcionalidades com vista à sua implementação. Estas são separadas com base na sua utilidade para o visitante que utiliza o sistema ou para o responsável que o monitoriza (aqui designado por operador). Os requisitos não funcionais são também identificados.

3.1 Conceitos

Na especificação do projecto são incontornáveis os seguintes conceitos. Neles assentam o modelo da aplicação e, conseqüentemente o modelo da base de dados onde é armazenada a informação.

- **Utilizador** – é aquele que utiliza o sistema. A aplicação guarda os dados que o distinguem dos restantes. Com base no questionário entregue no Museu da Chapelaria a todos os seus visitantes, foram escolhidos para figurar no sistema: o nome do utilizador, o seu endereço de correio electrónico, a sua idade e as suas habilitações literárias. O utilizador é associado a um tipo de visita e aos conteúdos a que acede, partilha, pontua ou marca como favoritos.
- **Visita** – representa uma utilização da aplicação. Ao visitante é atribuída um tipo de visita que condiciona o idioma em que funciona a aplicação e os conteúdos que são disponibilizados.
- **Recurso** – é o conteúdo que o utilizador pode experimentar. Os diferentes tipos de recurso suportados pela aplicação são: vídeo, áudio, imagens, texto e jogos. Estes estarão directamente associados a pontos de interesse e serão facultados de acordo com o tipo de visita.
- **Ponto de Interesse** – representa um local onde existe algum conteúdo para experimentar e que é identificado pelo sistema. Pode representar um espaço ou, como neste caso, um objecto em exposição. Aquando da sua localização devem ser providenciados os recursos respectivos.

Especificação

- **Posição** – indica o local onde se situa o ponto de interesse. Definido um referencial, é possível indicar num mapa a localização dos pontos de interesse com base na sua posição.
- **Amigo** – representa cada utilizador que utiliza simultaneamente a aplicação. O visitante pode partilhar com os seus amigos os recursos e os pontos de interesse que ache conveniente. Pode também trocar mensagens com eles e saber a sua localização. O museu tem três pisos elevando assim o interesse destas funcionalidades caso os visitantes se separem.

A partir destes elementos estabeleceram-se os requisitos que a aplicação deviam cumprir. Todo o funcionamento consiste na criação, disponibilização e actualização da informação contida nestes conceitos.

3.2 Requisitos Funcionais

Os requisitos podem ser atribuídos às necessidades de dois actores: o utilizador e o operador. A Figura 3.1, em baixo, indica a distribuição dos casos de utilização do utilizador. Estão relacionados com as actividades que este realiza durante a visita.

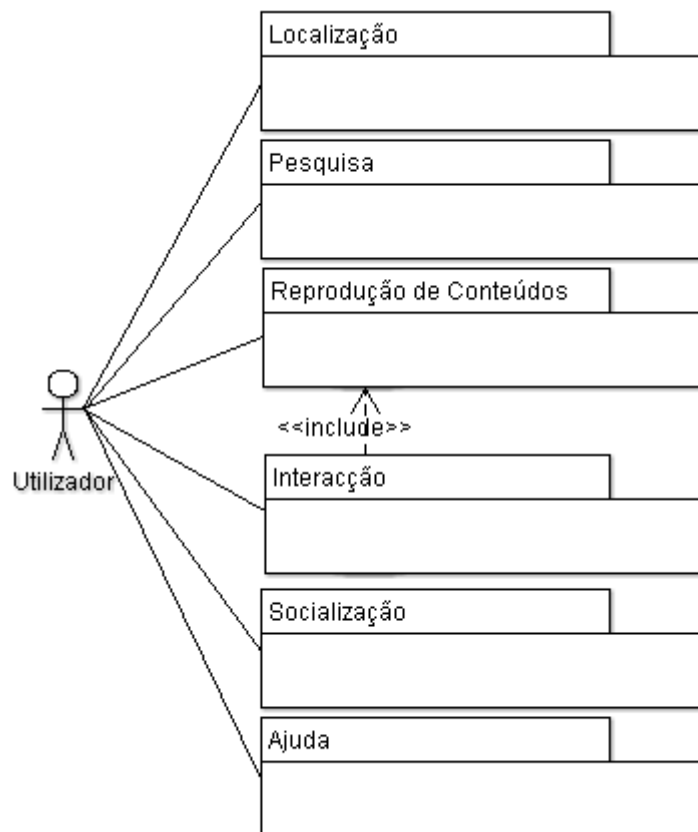


Figura 3.1: Pacotes de Casos de Utilização do Utilizador

A seguir, a Figura 3.2, mostra os casos de utilização do operador. Estão relacionados com as actividades que o responsável do museu realiza antes de entregar o dispositivo ao visita e no momento posterior à visita.

Especificação

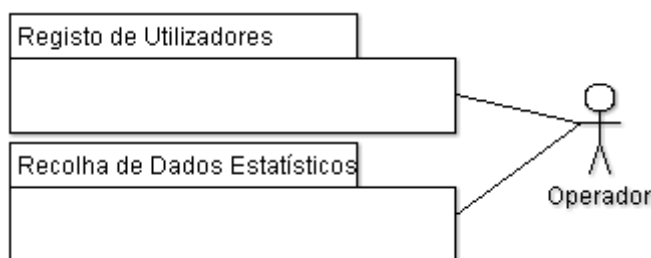


Figura 3.2: Pacotes de Casos de Utilização do Operador

Seguem-se as explicações, com maior pormenor, deste diagramas.

3.2.1 Localização

A Figura 3.3, em baixo, indica os casos de utilização relacionados com a localização.

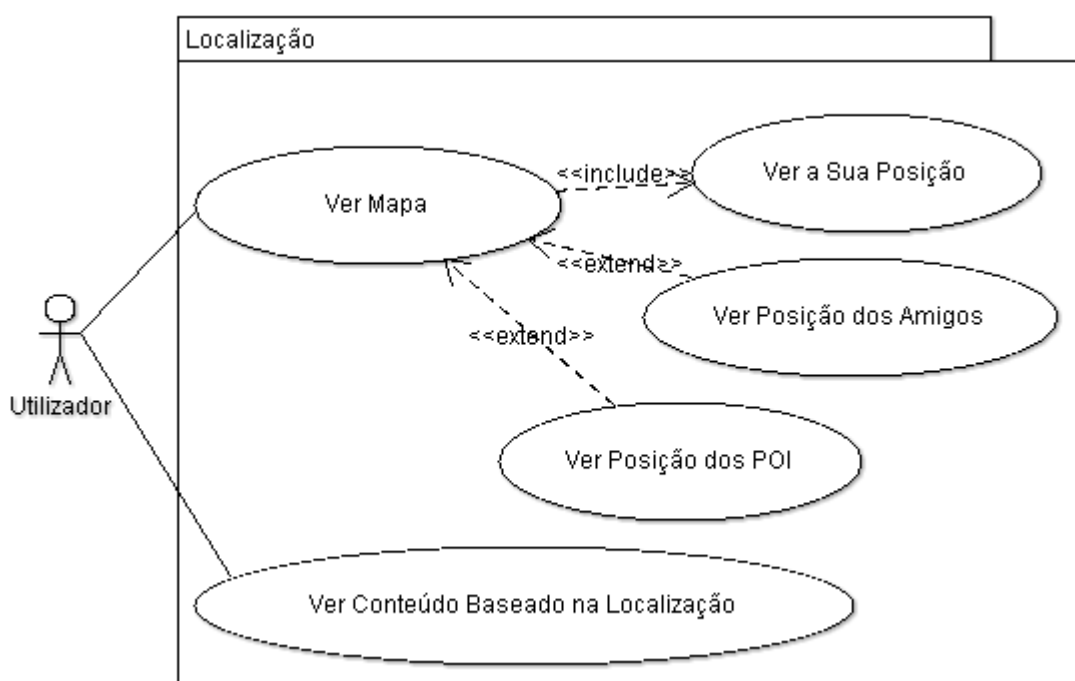


Figura 3.3: Casos de utilização: Localização

A principal característica distintiva do sistema é a sua capacidade de relacionar informação com o local em que se encontra sem que o utilizador precise de introduzir qualquer indicação na aplicação. O mecanismo de localização é capaz de:

- detectar através do leitor de RFID uma *tag* presente num ponto de interesse quando o dispositivo se aproxima do seu raio de detecção;
- notificar o utilizador da detecção apresentando uma pista visual daquilo que foi encontrado e um descrição textual sumário. O utilizador é questionado se deseja obter informação sobre esse ponto de interesse;

Especificação

- conseguir relacionar a referência lida com uma posição no mapa e assinalá-la no mapa presente no ecrã do dispositivo para que o utilizador observe a sua localização.

É importante notificar o utilizador com informação suficiente para que ele consiga certificar-se se está a visualizar a informação que pretende.

São abordadas duas formas de atingir a funcionalidade. Dado que manter o leitor a funcionar ininterruptamente levaria ao gasto excessivo de recursos e a um tempo de bateria muito mais curto é especificado que o leitor funcione sem paragens apenas quando o utilizador lhe dá esta ordem, funcionando normalmente em períodos espaçados com intervalos de tempo na ordem do segundo ou décimas de segundo. A ordem do utilizador pode ser mantida enquanto ele mantiver um botão pressionado.

O mapa é um auxiliar no percurso seguido pelo utilizador. Está organizado por níveis. Neste caso, cada piso possui o seu mapa. Indica a posição do visitante, mais concretamente, a posição do último ponto de interesse detectado; a posição dos pontos de interesse existentes e distingue entre aqueles que ainda não foram detectados; aqueles que foram detectados mas não foi visto o seu conteúdo e aqueles em que já foi visto o conteúdo. Estes detalhes podem ajudar o utilizador e fazer com que este sinta que a aplicação evolui com a sua visita.

3.2.2 Pesquisa

A Figura 3.4, em baixo, resume os casos de utilização que envolvem pesquisa.

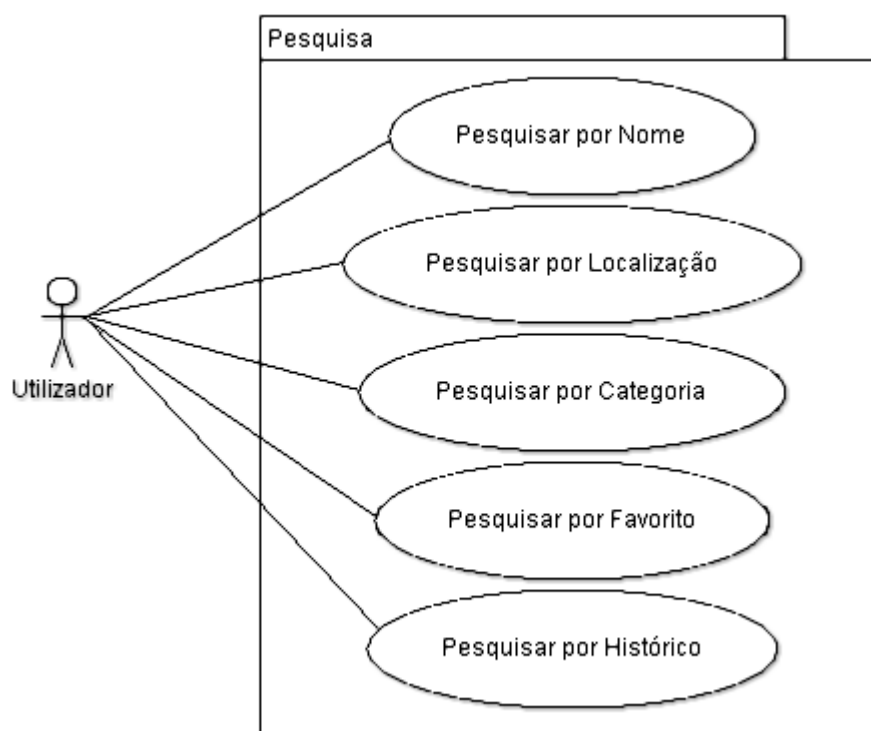


Figura 3.4: Casos de utilização: Pesquisa

Para completar o serviço disponibilizado pela localização e manter o conteúdo acessível ao utilizador sem que este se tenha que dirigir a um sítio que lhe está associado para o obter, a aplicação permite realizar pesquisa sobre o conteúdo disponível. Estão pensadas várias formas de aceder à informação. São alternativas que concretizam diferentes abordagens ao problema que consiste

Especificação

em como aceder de forma mais rápida àquilo que se pretende. As possibilidades de pesquisa são:

- **Por Nome:** consiste em digitar, com recurso ao teclado virtual, o nome do ponto de interesse. À cada carácter inserido, a lista é actualizada de modo a reflectir as escolhas possíveis de uma forma mais restrita. Este modo foi pensado para que o utilizador encontre facilmente o item que pretende sabendo previamente o seu nome.
- **Por Localização:** resume-se a clicar num ponto do mapa disponibilizado e esperar que seja calculada uma lista com os pontos de interesse que se encontram próximos desse ponto. A lista surge ordenada por proximidade ao referido ponto. Este método permite que um visitante conhecedor do espaço procure um determinado item a partir do conhecimento prévio da sua localização.
- **Por Categoria:** consiste em navegar numa hierarquia de categorias organizadas em árvore até encontrar o ponto de interesse (folha) que lhe interesse. Usualmente, os espaços que albergam exposições estão organizados por temas, épocas, correntes artísticas, etc. Cada uma destas áreas é posteriormente subcategorizada até se atingir a granularidade dos artefactos. Este sistema de pesquisa pretende enquadrar-se nessa organização e permitir uma navegação pelo conteúdo partindo de uma área geral até ir restringindo as possibilidades até chegar ao ponto de interesse pretendido. É possível subir e descer nos níveis existentes para facilitar a procura e corrigir erros ou indecisões ocorridos.
- **Por Favoritos:** lista os pontos de interesse que tiveram os seus recursos marcados como favoritos pelo utilizador. Utilizado para recapitular facilmente informação já experimentada durante a visita e considerada suficientemente relevante para ser destacada.
- **Por Histórico:** lista todos os pontos de interesse que foram acedidos. Completa o conjunto de opções permitindo um visionamento completo de todos os itens vistos no percurso.

A lista apresentada em cada uma das pesquisas indica, para cada item, o nome e a descrição sumária, mostra uma thumbnail e informa sobre o tipo de conteúdos disponíveis. Este conjunto de informações permitem ao utilizador perceber aquilo que vai obter quando escolher um item conferindo-lhe mais confiança na escolha efectuada.

Cada um destes métodos foi criado para resolver uma situação específica sendo necessário verificar quais são as mais frequentes e quais são mais fáceis de interiorizar e utilizar.

3.2.3 Reprodução de Conteúdos

A Figura 3.5, em baixo, ilustra os casos de utilização que se relacionam com a reprodução de conteúdos.

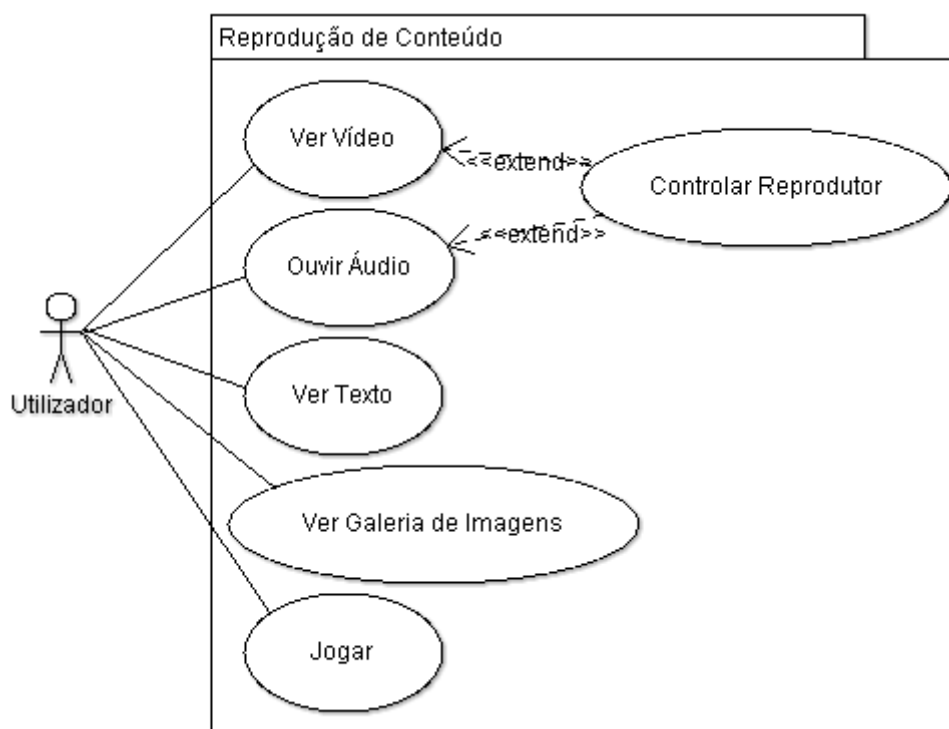


Figura 3.5: Casos de utilização: Reprodução de Conteúdos

Os conteúdos a apresentar são texto, imagens, vídeo, áudio e jogos. A disponibilidade destes recursos está associada aos pontos de interesse existentes pois servem concretamente para completar a experiência proporcionada pelos próprios pontos de interesse.

O texto tem como função fornecer algum contexto histórico ou informação factual como datas, nomes, marcos importantes, etc. As imagens servem para mostrar uma perspectiva diferente daquilo que se está a ver ou podem invocar um período passado, por exemplo, através de fotografias antigas. Os vídeos garantem o movimento e permitem visualizar a experiência de utilizar objectos que estão na sua maioria das vezes e inacessíveis ao toque como acontece nos museus. O áudio permite informar dos mesmos factos que o texto sem que seja necessário desviar os olhos daquilo que se está a ver. A narração de vivências e acontecimentos por pessoas que os presenciaram permite uma imersão muito superior quando se vê objectos remanescentes desses momentos da história. Os jogos permitem alguma diversão e servem para testar os conhecimentos retidos através dos outros recursos de uma forma ligeira. Têm também o aliciante de indicar no final da sua prática um resultado que avalia a prestação do jogador.

A reprodução de conteúdo áudio e vídeo conta com as opções básicas presentes no manuseamento deste tipo de ficheiros como Começar, Parar, Volume, e Controlo do Progresso. A apresentação das imagens referentes a um ponto de interesse é feita recorrendo a uma galeria que permite a pré-visualização das imagens antes de serem visualizadas.

3.2.4 Interacção

A Figura 3.6, em baixo, mostra os casos de utilização em que o utilizador pode responder activamente ao sistema.

Especificação

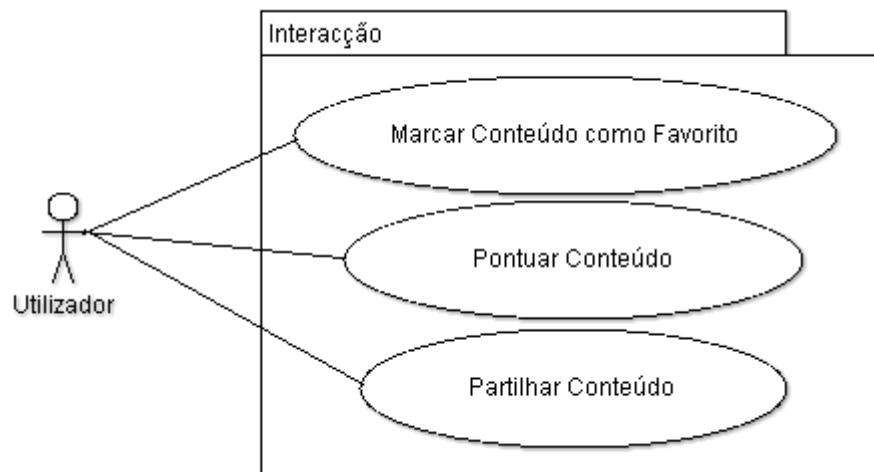


Figura 3.6: Casos de utilização: Interação

Para cada recurso em execução é possível destacá-los dos restantes aplicando-lhes uma distinção pessoal. Esta pode ser para uso pessoal aplicando a marca de favorito de modo a ser facilmente acedida em pesquisas futuras. O visitante pode pontuar o recurso que está a utilizar numa escala de um a cinco. A finalidade desta função é dar ao visitante a possibilidade de expressar a sua admiração (ou indignação) face ao conteúdo apresentado. Os responsáveis pelo sistema ficam também a possuir um método de escrutínio sobre o conteúdo que produziram. A hipótese de partilhar o conteúdo serve para facilitar a sincronização de tarefas com outros companheiros de visita que assim não precisam de procurar no dispositivo ou deslocar-se para o mesmo ponto de interesse para aceder ao mesmo conteúdo.

3.2.5 Socialização

A Figura 3.7, em baixo, mostra os casos de utilização que se enquadram na comunicação entre dispositivos.

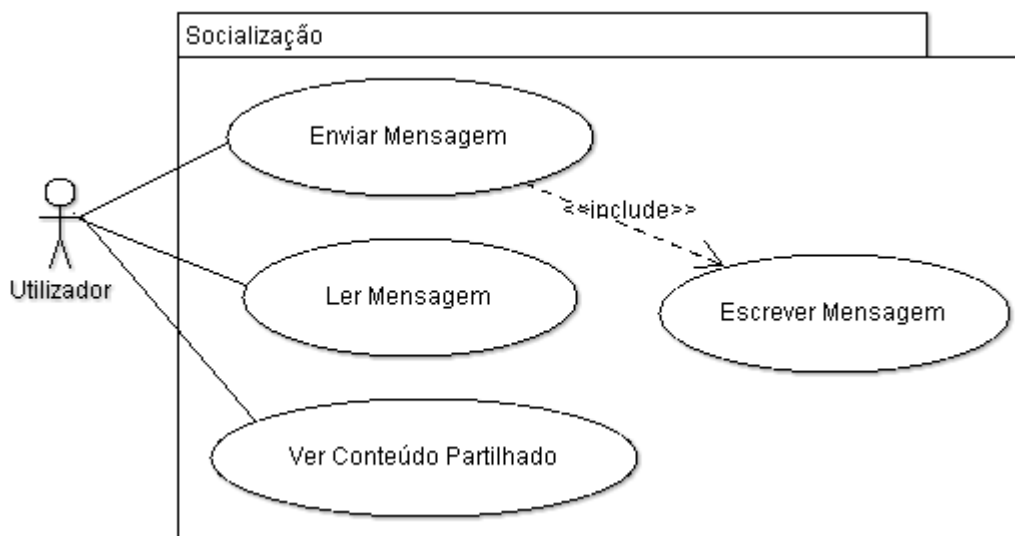


Figura 3.7: Casos de utilização: Socialização

Especificação

A interacção interpessoal durante uma visita a um museu é uma actividade que contribui para o enriquecimento da experiência e faculta a aprendizagem através da troca de percepções daquilo que se está a sentir.

Na aplicação estão disponíveis duas formas de comunicação entre dispositivos. A partilha de conteúdos que consiste na marcação de um recurso para partilha quando este está ser usado. Os restantes dispositivos podem então aceder a uma lista de conteúdos referenciados pelos outros visitantes. Cada item da lista indica o remetente e o ponto de interesse respectivo. Também é possível enviar mensagens de texto entre dispositivos. A escrita é processada através do teclado virtual e a recepção é visualizada numa lista utilizando o mesmo paradigma visual que o sistema de recepção de SMSs presente em qualquer telemóvel.

Estes meios de socialização são criados à imagem de serviços *Web* de uso generalizado como são o *social bookmarking* (*delicious*, *digg*, etc) e *micro-blogging* (*twitter*). O alcance das comunicações abrange todos os utilizadores que possuam a aplicação. Contudo pode ser limitado a um grupo restrito de aparelhos caso apenas se pretenda comunicar apenas com os amigos que se reuniram com o propósito de realizar a visita ou simplesmente não utilizado.

3.2.6 Ajuda

A Figura 3.8, em baixo, completa os casos de utilização referentes ao utilizador.

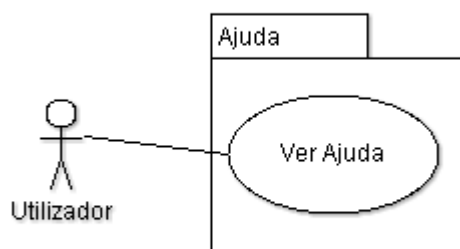


Figura 3.8: Casos de utilização: Ajuda

Para ajudar as pessoas na utilização da aplicação, é disponibilizado em todos os ecrãs um botão que permita aceder a uma explicação da utilidade desse ecrã, indicando para que serve cada elemento que nele está presente. Indica com foi possível atingir aquele estado e sugere as interacções seguintes. O texto apresentado possui uma conotação positiva.

3.2.7 Registo de Utilizadores

A Figura 3.9, em baixo, mostra casos de utilização do operador que devem ser executados no momenta anterior à visita.

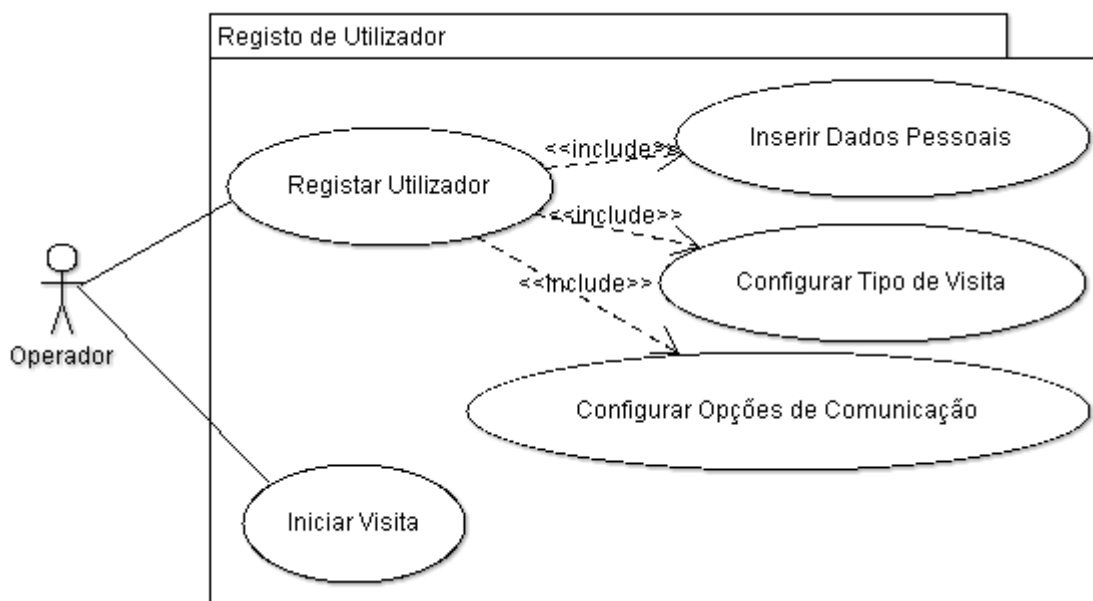


Figura 3.9: Casos de utilização: Registo de Utilizadores

O operador é responsável por registar o utilizador no sistema utilizando as indicações fornecidas por este no momento de ingresso no local. Os dados introduzidos servirão para identificar o utilizador perante os outros e para lhe associar as suas acções quando são registadas no sistema. A aplicação ficará pronta para responder às necessidades do utilizador como o idioma em que menus da aplicação devem aparecer, quais os conteúdos que devem ser mostrados ou a possibilidade de comunicar com outros dispositivos. A selecção de que conteúdos são mostrados é preestabelecida pelo tipo de visita escolhido. Este sistema foi desenhado para permitir uma adaptação à disponibilidade e objectivos que o visitante tem para a visita. Por exemplo, um visitante pode querer utilizar a aplicação como um guia áudio e olhar o menos possível para o dispositivo ou pode querer jogar todos os desafios disponíveis. A criação destes perfis de utilização deve ser adequada ao espaço onde se implementar a aplicação.

3.2.8 Recolha de Dados Estatísticos

A Figura 3.10, em baixo, mostra os casos de utilização que o operador pode realizar quando recebe o PDA no final da visita.

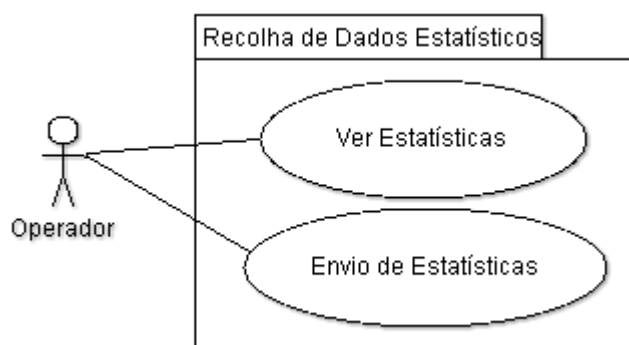


Figura 3.10: Casos de utilização: Recolha de Dados Estatísticos

Especificação

Para compreender aquilo que interessa os visitantes e de modo a poder melhorar as exposições com o intuito de atrair mais público. Assim, as informações dadas directamente pelo utilizador com descritas acima em Interação permitem que os responsáveis pelos locais possam saber quais os recursos que mereceram uma segunda visita por parte dos utilizadores, qual a sua opinião objectiva do valor do recurso e se este é merecedor de ser partilhado. Juntamente com estes dados são registados os momentos de início e final da visita para verificar o tempo que os visitantes despendem na mesma. O mecanismo é também utilizado para registar os momentos em cada ponto de interesse é detectado. Isto permite que se consiga guardar o caminho seguido por cada visitante ao longo da exposição. Com a recolha de um grande número de visitas será possível analisar quais os objectos que mais atraem as pessoas e aqueles que estão ser ignorados. Uma realocação dos mesmos pode ajudar a entender se a sua pouca atracção se deve a um problema de colocação ou a um desinteresse generalizado.

Estes dados recolhidos no dispositivo móvel são posteriormente enviados para um servidor central através de uma ordem do operador.

3.3 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais considerados neste projecto são:

A questão da usabilidade. É de grande importância nesta aplicação porque o seu público alvo não tem nenhuma restrição. Como o utilizador tem de aprender a utilizar a aplicação num curto espaço de tempo, no início ou durante a própria visita e existindo outros focos de interesse para além do dispositivo. Como tal as acções sugeridas pelos botões através de texto e imagem devem ser claros e proporcionar ao utilizador a compreensão do que está prestes a fazer e confiança para continuar. As opções disponíveis devem ser coerentes mesmo aparecendo em locais de modo a serem facilmente memorizadas. Os erros que, eventualmente, possam surgir não devem transparecer para o interface de uma forma não amigável, podendo se necessário despoletar uma mensagem que informe da necessidade de devolução do dispositivo caso este não se encontre funcional.

O desempenho é outro factor relevante. A natureza da aplicação implica que esta esteja activa por um período de tempo indeterminado pois é a única aplicação que estará a executar no PDA. Logo deve ser garantido que a experiência de utilização do sistema não se degrade com o uso. A visualização de imagens e a reprodução de áudio e vídeo deve possuir um tempo de resposta breve dentro das capacidades da plataforma.

A segurança também deve estar presente de modo a garantir que o PDA é usado apenas da maneira para o qual foi disponibilizado, embora o conteúdo presente neste seja apenas aquele que já está criado para ser visto pelos visitantes.

O programa também deve ser fácil de manter de modo a acrescentar ou modificar funcionalidades de acordo com os requisitos específicos de cada local onde for implementado.

3.4 Resumo

Neste capítulo foi analisado o problema e, após a realização da abstracção dos principais conceitos (utilizador, visita, ponto de interesse, recurso, posição, amigo), foram identificados e explicados os requisitos necessários para os satisfazer. Concretamente, a necessidade do visitante ter informação baseada no local; formas de interagir com o sistema e com outros visitantes e o modo como o operador prepara cada visita e extrai dela a informação que lhe interessa.

Foram também listadas características essenciais ao sucesso do sistema independentes das funcionalidades específicas como a usabilidade, o desempenho, a segurança e a capacidade de manutenção.

4 Arquitectura

4.1 Introdução

Na aplicação presente nos dispositivos móveis consideram-se, como principais factores nas decisões tomadas quanto ao seu desenho, a ligação a contínua ou esporádica que é necessário manter com a rede; os diferentes dispositivos em que deve ser suportada; o interface para o utilizador, restrito na sua complexidade e funcionamento pela plataforma em que está inserido; a possibilidade de reutilizar ou actualizar módulos específicos da aplicação e a atenção obrigatória às limitações impostas ao nível dos recursos, nomeadamente, o tamanho da memória, a velocidade do processador e a duração da bateria.[Mic08]

No MMG, a ligação à rede sem fios pode ser considerada ocasional, pois não é necessário estabelecer um fluxo contínuo de informação entre os vários utilizadores do sistema. As mensagens trocadas entre utilizadores resumem-se a momentos pontuais em que estes enviam ou partilham conteúdo na forma de texto. A capacidade do sistema permitir este tipo de interacção é importante para a qualidade da experiência mas não é determinante. O MMG pode inclusivamente funcionar sem existir comunicação entre as instâncias da aplicação presentes nos dispositivos. A solução implementada para este funcionamento será descrita mais à frente na secção 4.3.5.

A multiplicidade de dispositivos existentes, com as suas diversas características e limitações, não constitui à partida uma grande preocupação no desenvolvimento do MMG pois a solução a desenvolver já prevê o tipo e modelo de dispositivo móvel e também a forma de localização que vão ser utilizados no museu. Isto permite que o desenvolvimento e instalação da aplicação seja feito num ambiente controlado e não pelo utilizador final, podendo as eventuais adaptações serem realizadas antes da sua distribuição.

O interface que o utilizador encontra é um dos maiores desafios do desenvolvimento de todo o sistema. A acrescentar ao espaço limitado e aos métodos de entrada existentes, é necessário considerar que a aplicação terá um uso ocasional, maioritariamente um único uso, e este apenas se prolongará por um período muito curto - o tempo da visita. Isto pressupõe que o utilizador deve adquirir a capacidade de interagir com a aplicação no momento em que recebe o dispositivo. A sua aprendizagem precisa de ser imediata. Também é preciso considerar que o utilizador não tem um perfil definido do qual se possa assumir algum conhecimento prévio.

Não obstante, este projecto ser implementado para um local concreto, a arquitectura possibilita que os vários componentes: tecnologias de localização, de comunicação, interfaces e

base de dados, sejam modificados para satisfazer futuras necessidades ou sejam adaptadas para outras soluções.

Além disso, tendo a plataforma recursos limitados, é necessário garantir que os conteúdos multimédia carregados na execução não excedem as possibilidades do dispositivo e que a utilização da antena RFID é efectuada de modo a facultar a fluidez da experiência minimizando o consumo e permitindo um tempo de bateria suficiente para a realização de uma visita completa.

4.2 Pressupostos

O MMG pressupõe a existência de uma conjunto de equipamentos que lhe permitam atingir as funcionalidades para as quais foi desenhado, ou seja, dispositivos móveis equipados com leitores de etiquetas RFID. A aplicação móvel requer que a interacção efectuada por parte dos utilizadores seja realizada através do ecrã táctil do dispositivo. Assim, este deverá possuir o sistema operativo *WM6 Classic* ou *Professional*, possibilitando este tipo de manipulação, e a framework *.NET CF 3.5* como base. A capacidade de promover entre os visitantes do museu uma visita interactiva e ao mesmo tempo consciente do local onde se encontram só é possibilitada graças à existência prévia de uma infra-estrutura. Para a experiência completa, o edifício deve ter espalhado pelos pontos de interesse existentes, um conjunto de etiquetas RFID passivas susceptíveis de serem relacionadas com os conteúdos multimédia presentes na aplicação dos dispositivos móveis. Deverá estar também presente uma rede sem fios configurada nos dispositivos de modo a que os utilizadores possam comunicar entre si.

4.3 Decisões de Arquitectura

A aplicação é constituída por vários componentes. Existem as diferentes vistas cuja navegação é controlada num único ponto. Existe ainda o agregador de configurações que é um elemento transversal a toda a aplicação. Por fim existe um par de serviços, localização e comunicação, que funcionam concorrentemente ao uso efectuado pelo visitante.

Na Figura 4.1 pode ver ver-se um diagrama geral da arquitectura da aplicação. Pode verificar-se que a aplicação está organizada em camadas. O utilizador interage com a camada de Apresentação onde está definido o interface organizado em diferentes vistas. Segue-se o Controlo da lógica da aplicação que se relaciona com o modelo e com os serviços. O Modelo serve-se da base de dados para carregar informações. As setas entre os diferentes componentes representam as iniciativas de comunicação por parte dos componentes. Ou seja, a presença de setas nos dois sentidos indica que, por exemplo, na ligação entre a Apresentação e o Controlo, a Apresentação solicita ao Controlo que proceda às actualizações que o utilizador ordenou, mas o Controlo também pode proceder à alteração da Apresentação se for notificado pelo Serviço de Localização que uma nova etiqueta foi encontrada.

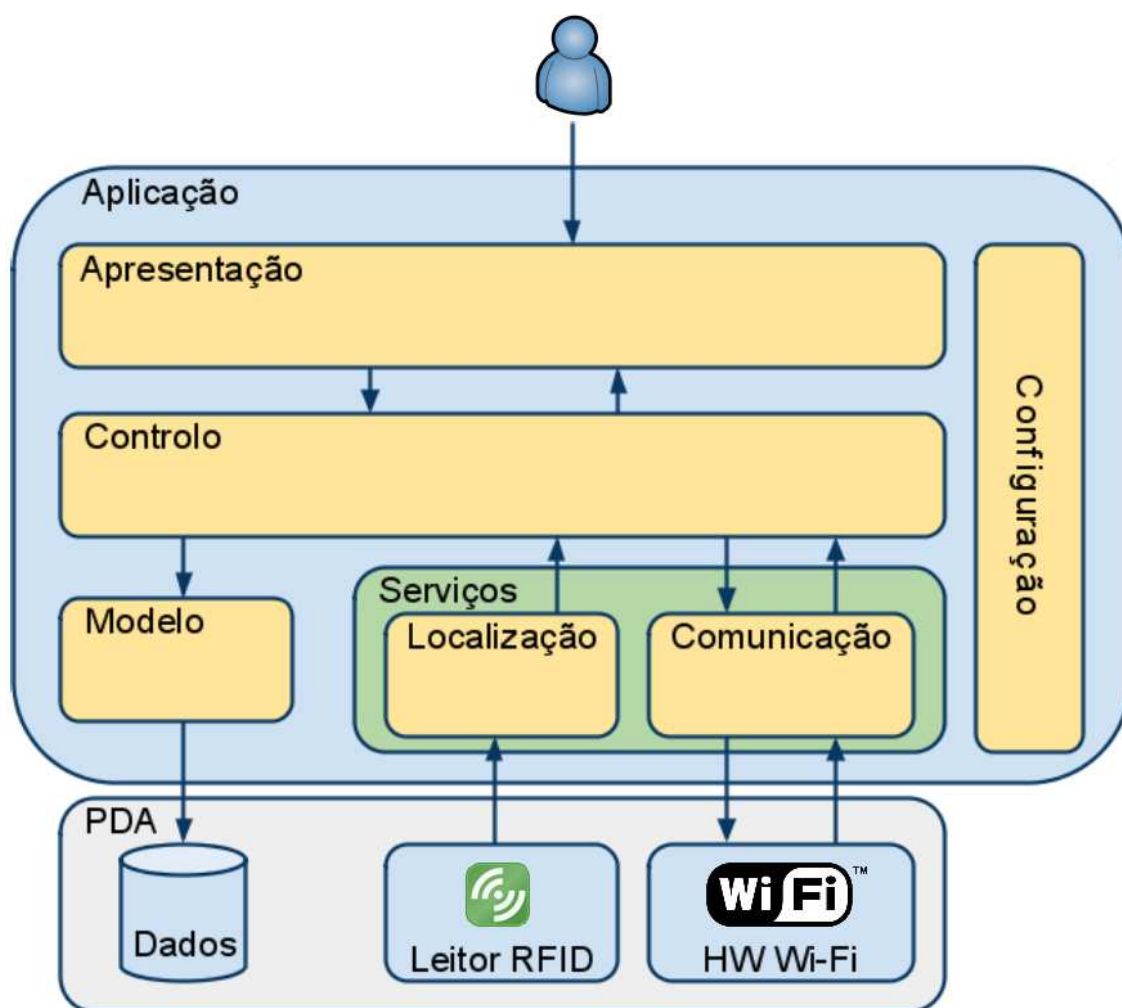


Figura 4.1: Diagrama geral da arquitectura

4.3.1 Navegação

O interface gráfico apresentado ao utilizador é construído nas Vistas. Utiliza controlos básicos fornecidos pelas bibliotecas como Botões, *Labels*, etc, e controlos criados propositadamente para a aplicação como um mapa ou listas adaptadas às especificidades do contexto. A responsabilidade das vistas consiste em analisar as entradas fornecidas pelo utilizador e delegar as acções a efectuar nos Controladores. Estes são responsáveis pela implementação da lógica de negócio que define o fluxo da aplicação e as informações que devem ser adicionadas ou actualizadas em resposta à acção do utilizador. Estas informações correspondem ao modelo de dados. O Modelo permite manter em memória estruturas de dados necessárias à manutenção do estado da aplicação. Quando necessário, recorre à base de dados para se construir.

É tarefa de cada Controlador requisitar informação ao modelo para ser enviada à vista. Isto faz do Controlador um mediador entre as Vistas e o Modelo, ficando estes sem nenhuma ligação. Este funcionamento é um mecanismo explícito, de fácil compreensão através da observação do código e que permite testar o funcionamento dos Controladores sem a existência prévia de uma vista. Pode ser descrito com o padrão *Passive View* [Fow06] que se apresenta

como uma variante do *Model-View-Presenter*. Para cada Vista é também definido um Interface com os métodos requeridos pelo Controlador. As Vistas implementam o Interface de modo a satisfazerem todas as funcionalidades exigidas pelos Controladores.

É apresentado na Figura 4.2 um esquema que resume as interacções existentes entre todos estes componentes

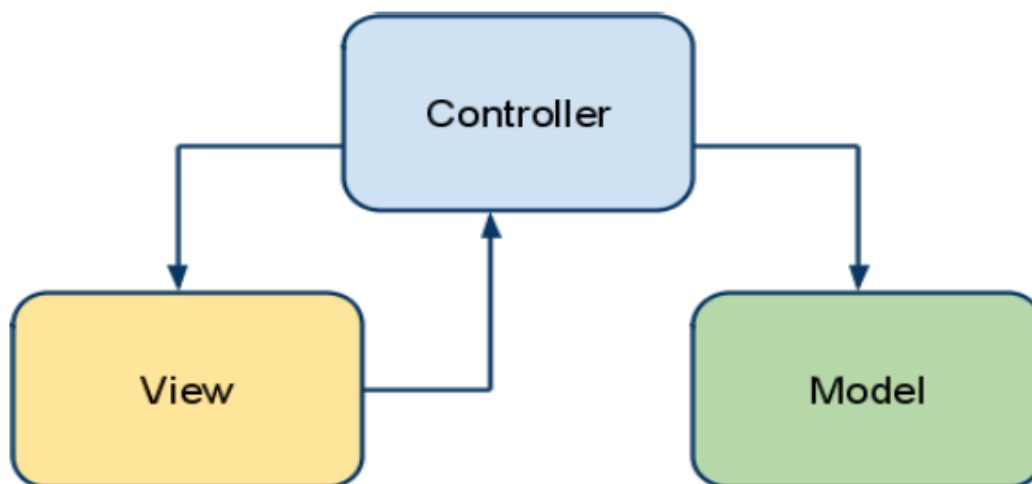


Figura 4.2: Esquema do padrão *Passive View*

Cada ecrã corresponde a uma vista. No entanto, e de forma a evitar um crescimento contínuo de formulários, a navegação entre ecrãs reutiliza Vistas e, conseqüentemente, Controladores que estejam a ser utilizados. Quando não se mantém a necessidade guardar um determinado tipo de vista, i.e. não há nenhuma aberta, esta é eliminada. O compromisso existente prende-se com a escolha em carregar a informação do Modelo necessária a cada reutilização da Vista contra a hipótese de deixar em memória várias vistas e o tempo e processamento necessários para criar o formulário com todos os seu controlos cada vez que uma vista desse tipo é aberta. A gestão deste processo é realizada num único local da aplicação ao qual recorrem os vários Controladores.

4.3.2 Configuração

Com a finalidade de criar um programa facilmente configurável, foi criado um componente para carregar de um ficheiro XML todas as definições necessárias. Estão incluídos as várias imagens que criam o tema da aplicação; o dicionário de termos usados preenchido de acordo com a língua escolhida; a localização dos recursos e as propriedades dos serviços. Um exemplo de um ficheiro de configuração é incluído no Anexo D: .

As imagens do tema são carregadas de ficheiro no arranque da aplicação e ficam posteriormente acessíveis a todos os controlos. O dicionário é um ficheiro XML carregado parcialmente (só a língua que interessa) para uma tabela de *Hash* em tempo de execução. As propriedades dos serviços resumem-se às portas definidas para a realização da comunicação e ao controlo da actividade do sistema de localização, especificando a frequência e o número de tentativas a efectuar para obter uma leitura correcta.

4.3.3 Localização

A API de acesso ao *hardware* de localização é fornecida por terceiros. Para efectuar a ligação entre o esta API e a aplicação definiu-se um Interface com papel de *Template* e implementou-se uma classe específica para executar a localização. O conjunto forma uma implementação padronizada que recorre a um *Template Method*. A implementação concreta procura e carrega a biblioteca onde se encontra a API. Caso tenha sucesso nesta tarefa, invoca os métodos nela contidos recorrendo a *Reflection*. Deste modo consegue invocar métodos que não fazem parte do programa quando este começou a executar. Para o fazer recorre a metadados presentes na biblioteca ficam disponíveis a partir do momento em que esta é carregada. Estes dados incluem, entre outras informações, os nomes das classes e métodos, os seus parâmetros e tipos de retorno.

A Figura 4.3 exemplifica a método descrito identificando métodos da interface e exemplificando uma chamada através de reflexão.

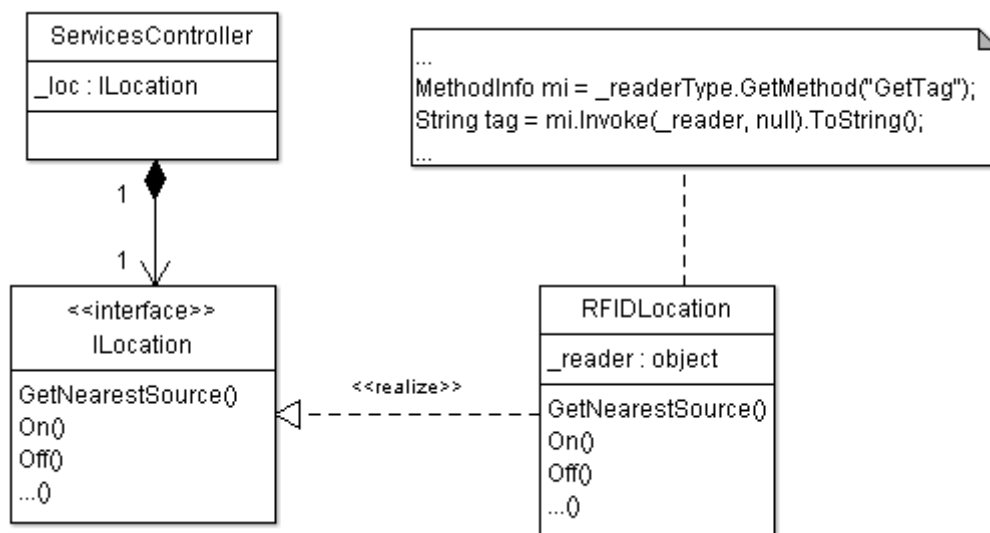


Figura 4.3: *Template Method* na Localização

4.3.4 Lançamento de Jogos

O programa deve correr de forma contínua no dispositivo móvel uma vez iniciado. O provável detalhe gráfico e a complexidade de qualquer jogo lançado pela aplicação contribuiriam significativamente para a memória utilizada. Também se coloca o problema da quantidade de jogos que se podem disponibilizar dado que, mesmo que em Assemblies separados, são carregados para a memória no momento em que fossem requisitados pela primeira vez. E aí permanecem até ao término da execução do programa o que pode vir a constituir um problema de falta de recursos durante a sua utilização normal. A solução passa por possibilitar a libertação da memória utilizada pelo jogo no fim da sua utilização. As alternativas são: criar um processo separado para o jogo ou criar um *Application Domain* separado que possa ser eliminado no fim do jogo. O segundo método foi escolhido porque evita o custo de criar um novo processo e dá ao MMG algum controlo sobre o jogo, nomeadamente, a eliminação do *Application Domain* onde este é executado [Mic09].

Para permitir uma relação entre o MMG e cada jogo, foi definido um interface que este último tem de implementar. A comunicação funciona recorrendo a um protocolo no qual o jogo

tem a iniciativa e o MMG responde. O envio da pontuação é um exemplo do tipo de informação que interessa transmitir. As alternativas possíveis para a comunicação são mais limitadas que as existentes na *.NET Framework* completa onde a utilização de *Remoting*² transparece como a solução mais eficaz atendendo à existência de interfaces próprios para o efeito. Disponíveis para a plataforma móvel encontram-se as seguintes possibilidades: *Sockets*, *Memory Mapped Files*, *Windows Messages*, *Point to Point Message Queues*, *Microsoft Message Queues*, *COM*, *Named Events* guardados no registo e memória directamente partilhada. Atendendo ao facto da comunicação requerida se basear em mensagens curtas e espaçadas, a escolha deve privilegiar os sistemas de mensagens parecendo ser as *P2P Message Queues* as mais adequadas. Trata-se de um mecanismo mais leve que as *MSMQ* que disponibilizam um leque maior de funcionalidades como a comunicação numa rede com nós ocasionalmente desconectados sendo o seu funcionamento assegurado pelo sistema operativo. É também flexível pois permite enviar qualquer tipo de dados, desde que correctamente convertidos num array de bytes, e é mais simples graças à biblioteca *OpenNETCF* que possui classes específicas para a sua manipulação – as classes presentes em *OpenNETCF.WindowsCE.Messaging*.

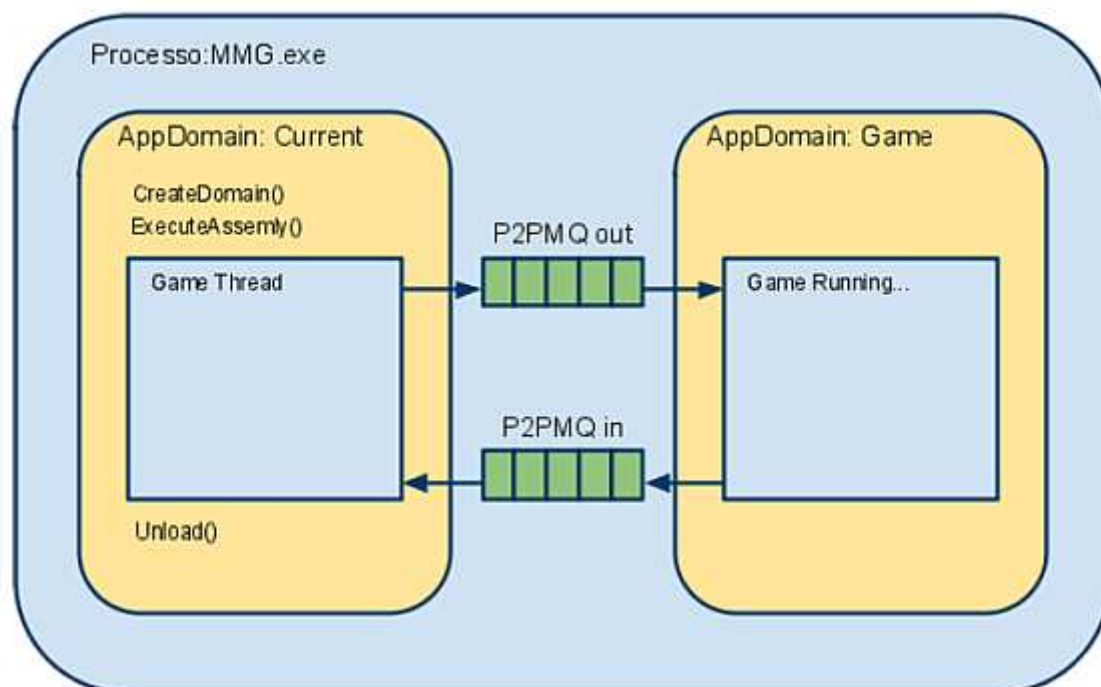


Figura 4.4: Lançamento de Jogo recorrendo a um *AppDomain* suplementar

4.3.5 Comunicação

A comunicação entre dispositivos móveis é realizada através das capacidades da rede sem fios disponíveis. A solução implementada utiliza *UDP sockets* de modo a suportar uma conectividade intermitente. É usada uma framework, *MultiCommFramework*, que se encarrega dos detalhes da comunicação. O seu uso pressupõe a existência de um anfitrião, materializado neste sistema num computador fixo presente nas instalações e que tem como papel o registo de todos os clientes e a difusão, *broadcast*, das mensagens recebidas. Este distribuidor poderia ser

² Tecnologia que permite aceder a objectos que se encontram em diferentes *AppDomains*, Processos ou mesmo computadores desde que acessíveis através de uma rede.

Arquitectura

colocado num dos dispositivos móveis mas acarretaria para si a dependência de toda a comunicação. Cada instância do MMG funciona, desta forma, como cliente. A organização das mensagens segue um protocolo definido pela *framework* para a comunicação. [Wil04] Ao nível da aplicação, cada mensagem está dividida em secções: especificação do tipo, que pode ser texto, partilha ou localização no mapa; identificação do remetente e o conteúdo propriamente dito, que é analisado considerando os dois campos anteriores.

A Figura 4.5 ilustra o método de comunicação evidenciando o servidor como nó de distribuição das mensagens.

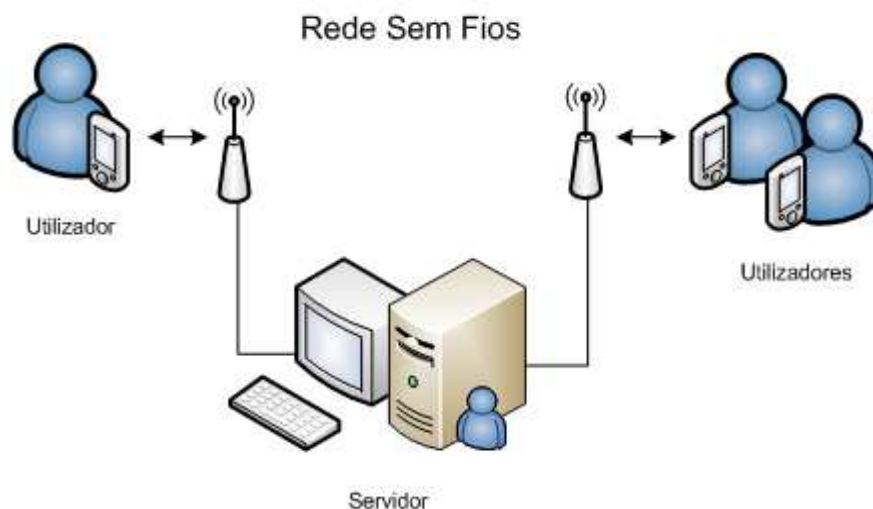


Figura 4.5: Esquema da Comunicação

4.4 Resumo

Neste capítulo foram apresentadas algumas considerações gerais sobre o desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis e enquadrando estes aspectos neste projecto.

De seguida, foi apresentada uma visão geral da arquitectura da aplicação evidenciando a sua estrutura em camadas e os seus principais componentes.

Por fim, foram abordados os principais problemas que surgiram na concretização da especificação estabelecida: a gestão da interface, a configuração, o lançamento de aplicações externas e a criação dos serviços de localização e comunicação. As soluções encontradas estão justificadas com base nos requisitos que se ponderaram e nas capacidades tecnológicas disponíveis.

5 Implementação

A descrição da implementação da aplicação é pormenorizada neste capítulo. É apresentado um diagrama representativo dos módulos da aplicação e suas ligações. Seguidamente, são identificados as classes, interfaces e métodos relevantes e explicadas as suas funções.

5.1 Visão Geral

A aplicação encontra-se organizada em vários *namespaces*³. Existem os *namespaces* que agrupam as classes de acordo com o seu papel e indicam a camada em que se encontram. São disso exemplo o *MMG.Presentation* onde se enquadram as *Vistas*; o *MMG.ApplicationLogic* e o *MMG.Model*. Os interfaces que são utilizados para fazer a ligação a componentes específicos encontram-se logicamente em *CommInterface*, *GameInterface* e *LocationInterface* que são, respectivamente, a ligação com a *Framework* de comunicação, o conjunto de métodos a implementar por qualquer jogo que se pretenda compatível com a aplicação e a conexão à API de localização.

Em relação à distribuição por funcionalidades, encontra-se dentro do *Presentation* e do *ApplicationLogic* a seguinte divisão: *Browse*, *Friends*, *Help*, *Interaction*, *Operator* e *Player*. Esta organização foi criada segundo a seguinte lógica:

- ***Browse*** engloba as funcionalidades de pesquisa de conteúdos de forma não automática.
- ***Friends*** junta as opções de comunicação com outros dispositivos como a visualização de partilhas e a troca de mensagens.
- ***Help*** disponibiliza as opções de ajuda.
- ***Interaction*** contém os meios que são responsáveis pela apresentação dos objectos e do aparecimento automático dos mesmos quando se recorre à localização.
- ***Operator*** agrupa as opções disponíveis para os responsáveis do museu como configurar a visita e enviar os dados estatísticos para o servidor.
- ***Player*** associa as várias formas de visualização e audição de conteúdos e a execução de jogos.

Esta descrição geral é visualizada na Figura 5.1 que se apresenta de seguida.

3 Um contentor abstracto que agrupa, num contexto lógico, identificadores de métodos, atributos, etc

Implementação

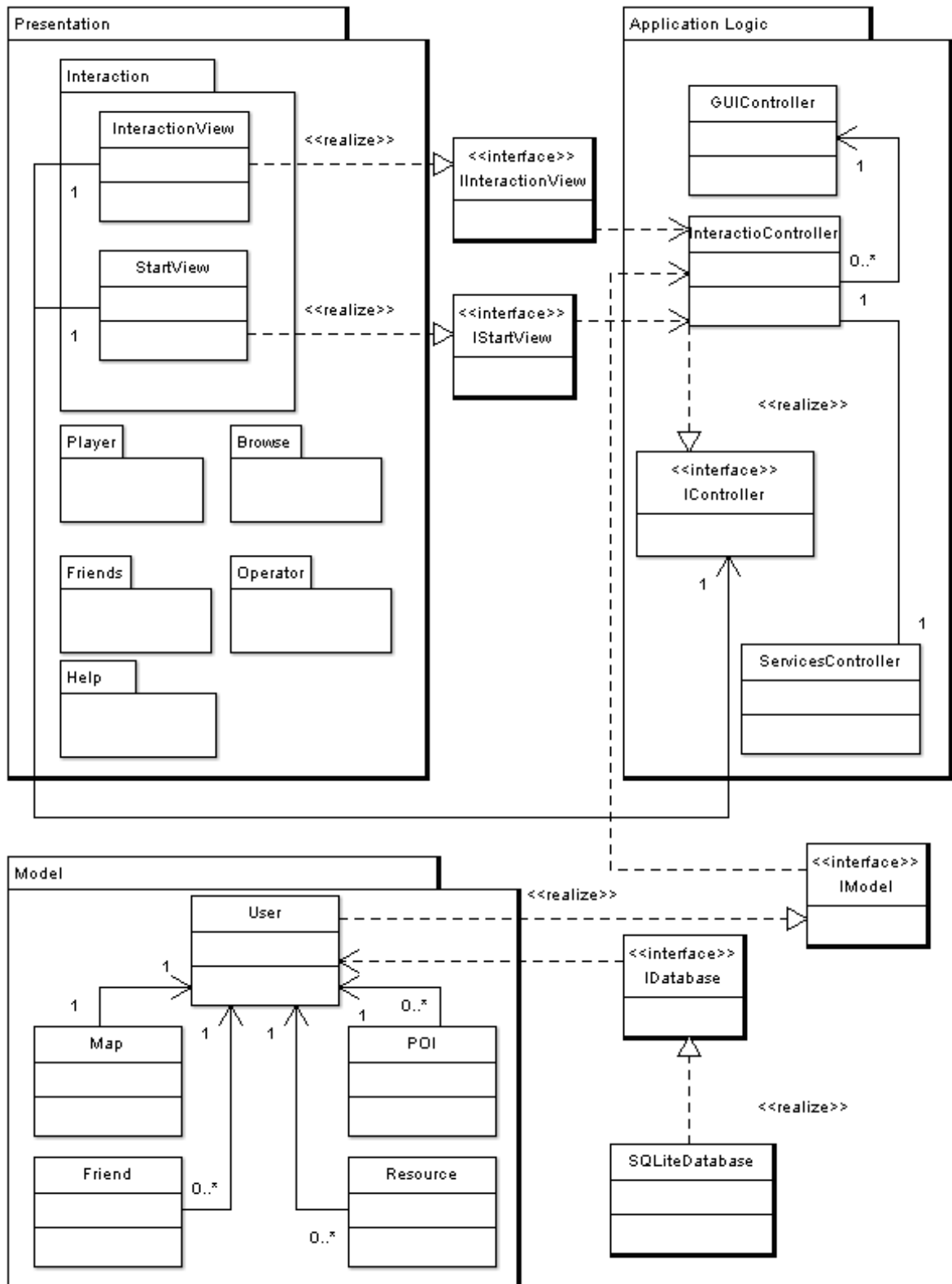


Figura 5.1: Diagrama exemplificativo da organização da aplicação

Na figura é visível a organização descrita e destaca-se a utilização de interfaces em todas as comunicações entre módulos. Apenas é pormenorizado o *package Interaction* mas o funcionamento é semelhante nos restantes.

5.2 Detalhes Relevantes

Seguidamente são expostos os detalhes de implementação mais relevantes.

5.2.1 O Controlador do GUI

Para implementar o controlo sobre as vistas foi criada um objecto da classe *GUIController* onde se armazena uma *Stack* de nós representativa dos ecrãs abertos na aplicação e os métodos necessário para executar as operações de *Push* e *Pop*. Foi implementada como *Singleton* pois é única na aplicação e os restantes controladores precisam de lhe aceder para executarem a navegação.

Cada nó presente na *Stack*, *_viewsList*, corresponde a um objecto *GUINode* com os atributos visualizados na Figura 5.2.

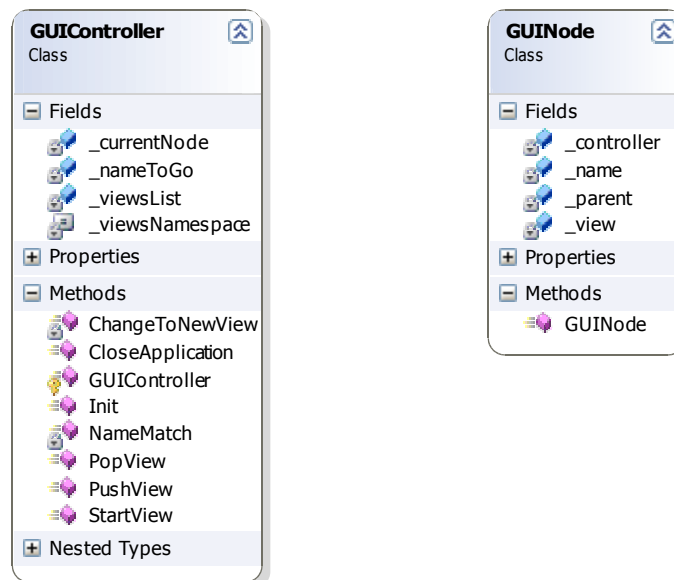


Figura 5.2: Diagramas das classes *GUIController* e *GUINode*

A utilização de nomes serve para identificar o nó e conseguir verificar se já existe criado um do mesmo tipo. Neste, em vez de se proceder à criação de um novo par Vista-Controlador, é criado um novo nó que referencia o par existente, sendo executada uma actualização.

5.2.2 A Base de Dados

A concepção da base de dados teve em atenção as funcionalidades ambicionadas para o projecto tentando encontrar os conceitos adequados que representassem a natureza do problema. Foi primeiro criado um modelo que representasse o domínio do problema onde se identificaram vários conceitos importantes como definido na Especificação. Identificados quais os dados que importa manter persistentemente, foi desenhado e implementado o modelo de base de dados presente na Figura 5.3. No Erro: Origem da referência não encontrada é descrita em maior pormenor as tabelas que a constituem e as operações sobre ela realizadas realizadas.

Implementação

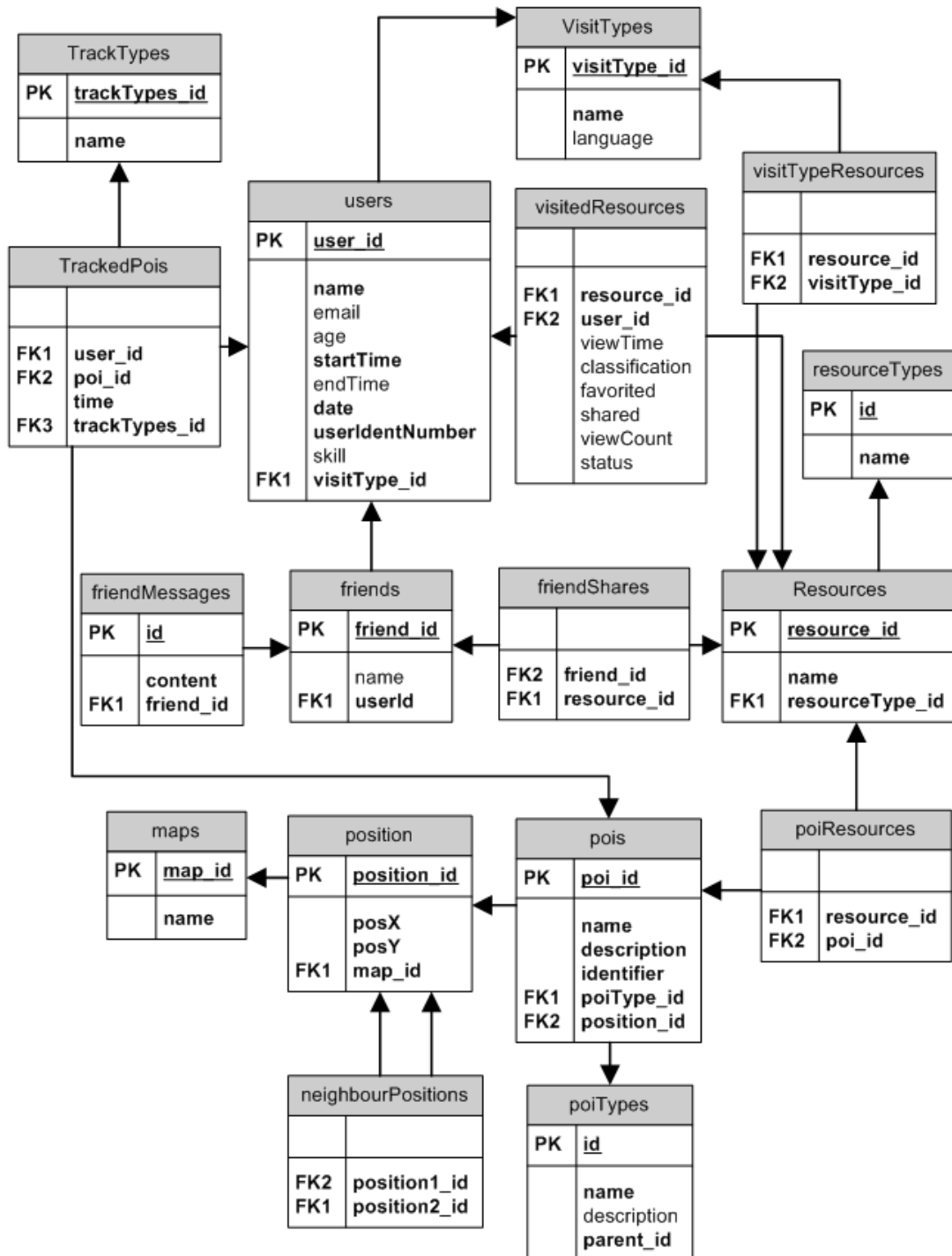


Figura 5.3: Modelo da Base de Dados

A maioria dos dados já se encontram nas tables da base de dados quando a aplicação é utilizada. As tabelas onde estão guardados os pontos de interesse, os recursos e as posições correspondentes são apenas de consulta quando a aplicação está a ser utilizada na visita. As tabelas onde são inseridos dados para um posterior tratamento estatístico são a *VisitedResources* que mantém o histórico de interações entre o visitante e os conteúdos e a *TrackedPOIs* que regista o tempo em que o sistema detectou uma localização de modo a permitir simular os percursos realizados pelos e assim melhorar a disposição dos conteúdos.

Implementação

A informação presente na base de dados é actualizada a partir de três origens: das acções do utilizador, do serviço de localização e do serviço de comunicação mas sempre através do modelo que situa na camada acima da base de dados.

5.2.3 Modelo

O modelo da aplicação cria alguns objectos que mapeiam as informações guardadas na base de dados. Criam-se objectos para representar o visitante, *User*, para os recursos, *Resources*, para os pontos de interesse e suas categorias, *POIs* e *Categories*, para o mapa e as suas posições, *Maps* e *MapPoints* e para os amigos, *Friend*. O utilizador tem uma única instância durante a execução da aplicação. Atendendo a que todo o modelo é construído a partir dele, é nele que se referenciam os restantes objectos pois o que interessa guardar são os recursos que ele viu, os pontos de interesse onde ele passou, os amigos com que ele comunicou e o mapa com os pontos actualizados de acordo com o seu percurso. Na Figura 5.4 mostram-se os atributos que fazem parte de cada objecto criado. A sua constituição contém valores que são guardados para os objectos serem comparados entre si, como o *_id*, dados que são mostrados no interface, como o *_name* ou o *_description*, e *flags* que guardam estados dos objectos com os atributos iniciados por *_is**.

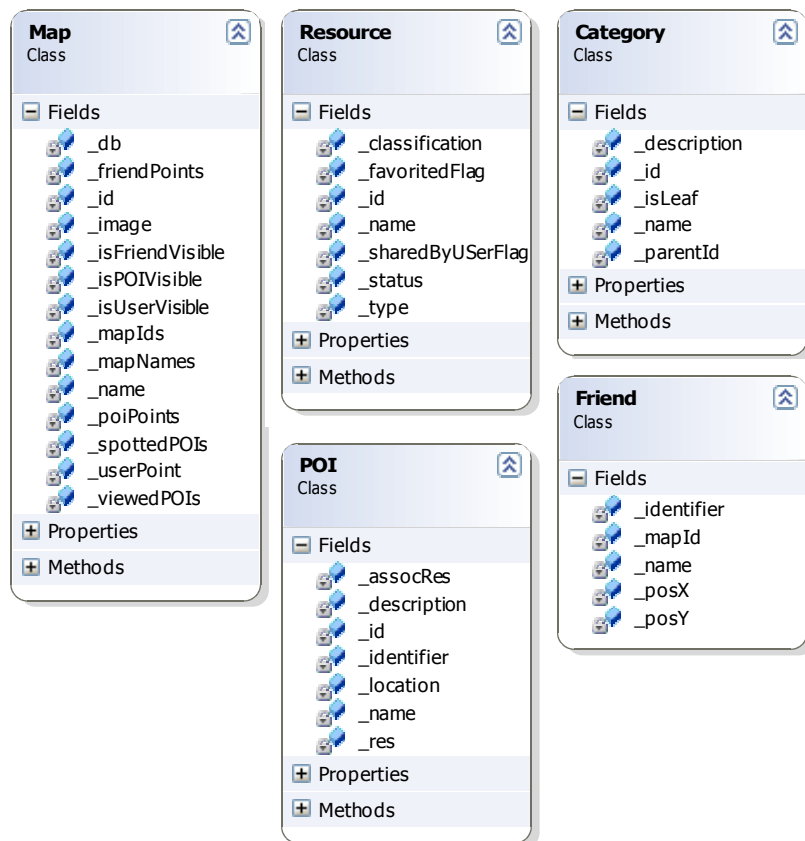


Figura 5.4: Diagramas de classes do modelo

Para disponibilizar informação correcta na reprodução de recursos existe uma *stack* onde são colocados os pontos de interesse encontrados ou acedidos através da pesquisa. Quando o utilizador retrocede através do menu da aplicação, o ponto de interesse é retirado.

5.2.4 Comunicação Aplicação – Jogo

Como referido no capítulo anterior, os jogos são criados de forma independente da aplicação tendo apenas que implementar um interface que faz a ponte com o MMG. A comunicação realizada entre a aplicação e o jogo é realizada recorrendo às filas de mensagens mencionadas e tem como objectivos:

- Indicar ao MMG que o jogo foi inicializado correctamente, o que implica ter iniciado e verificado que as filas existiam e estão prontas a receber e enviar mensagens.
- Indicar que o jogo terminou, podendo a aplicação proceder à remoção do mesmo e fechar as filas de mensagens.
- Enviar informação sobre o estado do jogo. Possivelmente uma pontuação ou percentagem de conclusão.

O protocolo a utilizar nesta comunicação define uma mensagem como um conjunto de duas informações. Um tipo de mensagem que identifica cada um dos casos enumerados e um conteúdo que varia a cada mensagem.

Os tipos de mensagem são identificados pelo seu *MsgType* que de acordo com o explicado são “*Start*”, “*Info*” e “*End*”.

5.2.5 Comunicação Aplicação – Aplicação

As mensagens que constituem a comunicação entre as aplicações também possui um conjunto de regras que permitem a cada aplicação tratar a informação que recebeu da maneira correcta. A mensagem é então composta por uma primeira parte que identifica o seu propósito. Segue-se a identificação de quem é o seu autor e por fim o conteúdo.

Tabela 5.1: Constituição das Mensagens

<i>Tipo</i>	<i>Remetente</i>	<i>Conteúdo</i>
Chat	ID;Nome	Texto
Share		
Location		

O identificador é o *userIdentNumber* e o nome é o *name* de quem envia servem para o poder identificar individualmente mesmo que o nome seja partilhado. Numa mensagem do tipo *Chat*, o texto é o conteúdo que o utilizador escreveu. Em *Share* corresponde ao identificador único do recurso. E em *Location*, a uma posição que consiste no identificador do mapa e de um par de coordenadas.

5.2.6 Recursos

Os recursos disponíveis na apresentação são, como especificado, texto, imagens, vídeos, áudios e jogos. Estes recursos encontram-se replicados em cada dispositivo. Cada tipo é guardado num formato específico numa pasta que contém todos os recursos deste tipo. A aplicação recorre a eles utilizando a base de dados para fazer a correspondência entre o seu identificador RFID e o seu identificador único. Cada um é guardado num tipo de ficheiro diferente. Os tipos de ficheiros escolhidos foram os indicados na seguinte tabela.

Tabela 5.2: Relação Recursos – Tipos de Ficheiros

<i>Recurso</i>	<i>Tipo de Ficheiro</i>	<i>Extensão</i>
Texto	Texto plano	txt
Imagem	Imagem no formato JPEG	jpg
Vídeo	Vídeo no formato WMV	wmv
Áudio	Áudio no formato WMA	wma
Jogo	Executável	exe

Para a produção dos recursos foi considerado o compromisso entre a sua qualidade, o seu tamanho e carga que constitui o seu processamento para o sistema.

O formato escolhido para as imagens foi o JPEG por ser considerado adequada para guardar fotografias, sendo os recursos de imagens disponíveis fotografias na sua totalidade. O tamanho das imagens também é importante porque cada imagem tem de ser convertida para um Mapa de Bits antes de ser mostrada pela aplicação. Imagens com o dobro da resolução do ecrã parece ser suficiente mesmo atendendo à possibilidade de incluir um função de maximização no futuro. Um tamanho maior poderia permitir uma amplificação maior mas é preciso considerar o tempo que demora a criar, a partir do ficheiro, a parte da imagem que se pretende mostrar e espaço de memória que esta representa. Para criar as imagens a partir dos ficheiros que as contêm é utilizada uma biblioteca chamada *ImageUtils* que pertence à *OpenNETCF framework*.

Para o vídeo foi utilizado o formato padrão do reproduzidor implementado – o *Windows Media Player*. A taxa de transmissão do vídeo utilizada foi 117 kbps (uma qualidade mais usual para *streaming* de vídeo) que, atendendo à qualidade dos vídeos disponíveis para apresentar na aplicação, se mostrou suficiente para cumprir a sua função sem um decréscimo de detalhe visível no conteúdo. Isto também permite que aplicação consiga reproduzi-lo com um atraso mínimo a partir do momento em que o reproduzidor é inicializado.

Para o áudio utilizou-se o formato padrão que suporta o reproduzidor usado sendo esse um factor determinante na sua escolha.

5.2.7 Tema

Um dos aspectos da configuração é a possibilidade de definir um tema para a aplicação composto pela imagem de fundo do ecrã, pelo fundo, cor do texto e ícones dos botões. Todos estes itens estão organizados numa pasta com o nome do tema que é referenciada pelo ficheiro de configuração *MMG.Config.xml*. Assim, para escolher o tema da aplicação apenas é necessário alterar o ficheiro de configuração. A estrutura que constituem as pastas, sub-pastas e ficheiros dentro de cada tema segue uma convenção que deve ser mantida na criação de novos temas. Esta organização é formada por uma pasta para os *backgrounds* e outra para os controlos, sendo que depois cada tipo de controlo também a sua própria pasta.

A decisão mais importante a tomar sobre o tema é se este deve ser carregado para a memória no início da aplicação ou se as imagens devem ser carregadas e libertadas da memória à medida que são requisitadas ou dispensadas pelos diferentes ecrãs. Para se decidir foi preciso calcular a memória que ocupam todas as imagens necessárias ao tema. O sistema guarda cada imagem em Mapas de Bits de com 32 *bpp*.

A Tabela 5.3 apresenta uma lista das imagens presentes no tema e a memória que ocupam. Os fundos são sempre em número par porque representam o estado pressionado ou não pressionado de cada botão.

Tabela 5.3: Imagens do Tema

<i>Quant.</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão</i>	<i>Memória</i>
4	Backgrounds Botões	80x26	33280 B
2	Backgrounds Botões	96x40	30720 B
2	Backgrounds Botões	192x40	61440 B
20	Ícones Grandes	32x32	81920 B
15	Ícones Pequenos	16x16	15360 B
-	Outros	180x150	108000 B

O total fica um pouco abaixo dos 325 KB. Este custo acrescido de memória não é muito significativo se atendermos a que deixa de existir a necessidade de carregar um conjunto de imagens a cada mudança de vista. Já os backgrounds representam 300 KB cada um e se a aplicação possuir o máximo de fundos possíveis, tantas quantas as vistas, seriam 4800 KB a acrescentar aos actuais gastos de memória. Neste momento, os backgrounds não são carregados para memória no início da aplicação.

O tema também guarda o tipo e cor das letras que aparecem nos ecrãs mas em comparação com as imagens representam apenas alguns Bytes e não foram alvo de uma consideração especial.

5.2.8 Formulários e Controlos

A construção do interface visível para o utilizador foi executada recorrendo à criação de elementos que estendem as funcionalidades existentes na biblioteca. As ideias que precederam este desenvolvimento foram, por um lado, criar aspectos e comportamentos diferentes dos disponíveis para dar à aplicação uma aparência personalizada e, por outro, agrupar estes aspectos e comportamentos recorrentes em toda a aplicação num único ponto. Assim, foram criadas classes que estendem as fornecidas e são a base de outras presentes na aplicação. É exemplo disso a classe *Base* que impõe, em cada formulário, o seu estado de maximização e ausência de menu, para evitar que o utilizador saia da aplicação, e um título e fundo para garantir consistência no tema em todos os ecrãs. Outro exemplo é a reutilização de menus e controlos de mapas e reprodutores de media sempre que necessário.

5.3 Resumo

Neste capítulo foram abordados alguns detalhes de implementação considerados relevantes. As escolhas foram efectuadas tendo em consideração a gestão do interface, a manutenção dos dados de forma persistente ao nível de ficheiro ou da memória e os detalhes quanto à comunicação realizada entre componentes e entre aplicações. As decisões quanto à forma como os recursos são guardados e quanto ao funcionamento do interface gráfico estão também incluídas. Estas escolhas são expostas de modo a indicar os problemas encontrados e a solução adoptada.

6 Testes e Resultados

6.1 Metodologia e Testes

O desenvolvimento da aplicação contemplou alguns aspectos para garantir o seu correcto funcionamento. Durante a implementação de cada funcionalidade foram seguidos alguns processos que permitissem verificar e validar o seu funcionamento de modo a incutir confiança no resultado dessa implementação. Este processo consistiu, simplesmente, no teste de cada parte atómica nas suas várias classes de equivalência antes de o integrar no seu local correspondente na aplicação. Por exemplo, o teste de um pedido à base de dados com as várias combinações de parâmetros possíveis realizado directamente sobre a base de dados. O seu resultado satisfatório conduziria à realização do pedido num projecto de teste e posteriormente à sua inclusão no programa principal. Esta metodologia complementa a abordagem que se utilizou na criação do programa. Foi usada maioritariamente uma abordagem top-down no desenho da aplicação. Para cada módulo foi criado um código esqueleto com os métodos necessários declarados mas apresentando-se vazios ou com código que apenas devolve um valor esperado. Depois, cada uma destas funções era implementada recorrendo à abordagem descrita em cima, começando com a especificação à parte e acabando com a sua inclusão na aplicação.

No momento em que várias funcionalidades já se encontravam implementadas foi necessário verificar que a aplicação funcionava correctamente quando estas eram acedidas numa ordem arbitrária como acontece numa situação de utilização real. Para isso realizaram-se testes de caixa preta em que se simula a utilização por parte de um visitante. Este tipo de testes permite detectar erros no tratamento das entradas fornecidas pelos utilizadores; sequências de utilização que levam a estados não previstos e inconsistentes da aplicação; tempos de espera entre a mudança de ecrãs ou carregamento de recursos, utilização da bateria e usabilidade do sistema de localização.

Os problemas encontrados foram corrigidos. O interface apresenta uma fluidez satisfatória. Para verificar o consumo de bateria procedeu-se à realização de algumas utilizações intensivas de modo a observar o descarregamento da mesma. Estas utilizações que decorreram por períodos de tempo de 15 minutos permitiram verificar que o gasto da bateria não ultrapassou em nenhum caso os 12% o que indica que o esta permitiria até cerca de duas horas de utilização e portanto não era um problema que necessitasse de uma atenção especial.

Outro ponto que foi verificado e condicionou o posterior desenvolvimento da aplicação foi a distância a que o leitor conseguia detectar a etiqueta. Esta distância, ao limitar-se a alguns

centímetros implica por parte do utilizador a necessidade de procurar a interacção e não que esta lhe surja espontaneamente sem que este se mova na proximidade do objecto em exposição. Esta situação eliminou os problemas que surgiriam quando a aplicação tivesse que escolher entre um dos vários pontos de interesse detectados mas, ao mesmo tempo, limitou a espontaneidade da aplicação. Este aspecto também interferiu nas próprias funcionalidades inicialmente pensadas. Como a detecção se processa em distâncias muito pequenas e o utilizador está em constante movimento, o intervalo de tempo em que estas podem ser detectadas é menor. Como consequência, o método que fazia leituras em intervalos regulares teve de encurtar essas leituras para o dispositivo não falhar objectos. O sistema foi testado com leituras intervaladas em 1, 0.5, 0.1 segundos ou de forma contínua. Concluiu-se que a leitura a cada décimo de segundo permitia que o resultado da localização aparecesse no ecrã no momento adequado e sem momentos de espera ou omissões, como acontecia em intervalos superiores. Visto o intervalo ser bastante curto, a diferença entre os dois modos de detecção passou a ser pouco significativa, igual a quando se pressiona ou não o botão.

6.2 Exemplo de Utilização

Nesta secção são apresentados ecrãs que ilustram uma utilização normal da aplicação. Está organizada por funcionalidades de acordo com a ordem que uma utilização normal pressupõe.

Assim, o primeiro passo é o registo do utilizador no sistema através do menu apresentado na Figura 6.1, podendo depois iniciar a visita e endossar o dispositivo ao visitante.

Figura 6.1: Ecrã de Registo

O utilizador verá de seguida um ecrã inicial, ilustrado na Figura 6.2 . Neste pode ver o mapa com a sua última localização e a posição dos pontos de interesse e dos seus amigos. Os botões representam as opções disponíveis, para além de divagar pelo museu e ser notificado dos pontos de interesse que encontra. Incluem a pesquisa manual pelos pontos de interesse; as opções de comunicação com os amigos; o detector de RFIDs accionado manualmente e a opção de ajuda.



Figura 6.2: Ecrã Inicial

Encontrado um objecto, como se vê na Figura 6.3 à esquerda, o utilizador pode ver informação sobre o mesmo num ecrã geral (mesma figura à direita) e escolher o tipo de conteúdo a visualizar. As opções de navegação e ajuda são consistentes ao longo da aplicação.



Figura 6.3: Sequência de Ecrãs: Da detecção à utilização

Na Figura 6.4 pode ver-se a utilização da galeria de imagens e a reprodução de vídeo com conteúdo fornecido pelo museu. Em baixo estão as possibilidades de interacção para o utilizador. Os ícones são alterados para reflectir a acção que executam.



Figura 6.4: Ecrãs: Galeria de Imagens e Vídeo

Também tem a hipótese de pesquisar pelos pontos de interesse, recorrendo a uma das hipóteses disponíveis, exemplificada na Figura 6.5. As pesquisas apresentam uma lista que indica o nome, inicia uma descrição e mostra ícones correspondentes aos recursos existentes.



Figura 6.5: Ecrãs: Escolha de Pesquisa e Pesquisa por Nome

A comunicação com amigos é demonstrada através das imagens da Figura 6.6, que mostram um exemplo.



Figura 6.6: Ecrãs: Comunicação

6.3 Demonstração Pública

O projecto teve a sua primeira demonstração pública no dia 20 de Maio no Museu da Chapelaria de São João da Madeira. A preparação desta apresentação foi efectuada nos dias anteriores através da aquisição de conteúdos relacionados com o museu e integrando na aplicação de modo a criar um cenário realista para a apresentação do produto. Foram seleccionados três pontos de interesse dos quais existiam conteúdos e foram instaladas nas suas posições as etiquetas RFID correspondentes. Foi verificado que a colocação das etiquetas em componentes metálicos inviabilizava por completo a utilização do sistema. O público que assistiu à demonstração era na sua maioria composto por museólogos que se encontravam a participar nas Jornadas da Museologia, que decorriam naquele local. A versão utilizada contava com as funcionalidades de localização, de pesquisa e de reprodução de conteúdos.

A plateia seguiu com curiosidade as explicações que lhe eram apresentadas evidenciando as possíveis vantagens de utilização do sistema como a possibilidade de apresentar conteúdos que por falta de espaço não eram incluídos na exposição habitual, ou a possível adaptação do sistema para funcionar com visitantes estrangeiros. Também foi abordada a hipótese de adaptar o sistema para pessoas que tenham limitações ao nível dos sentidos sem mencionar nenhuma solução concreta. Contudo, não deixaram de referir que a necessidade de se aproximar do local para adquirir o conteúdo poderia levar à criação de aglomerados de pessoas perto dos pontos de interesse para procederem à interacção e que esta situação levaria no limite à dificuldade de acesso e ao desinteresse. Outra questão é a necessidade de escrever utilizando o teclado virtual. No projecto foi utilizado o teclado disponibilizado pelo sistema sem nenhuma alteração cosmética. A escrita neste teclado, mesmo recorrendo ao estilete, não é muito rápida nem cómoda. As funcionalidades que dependem da escrita poderão ser melhoradas se se utilizar um teclado criado para a aplicação com teclas maiores e que respeitem o tema dos restantes botões. A introdução dos dados pelo operador no início da visita pode também ser assim agilizada.

Com a demonstração transparece a necessidade de utilizar uma tecnologia RFID com mais alcance e a procura de um compromisso quanto à quantidade de funcionalidades a disponibilizar atendendo à exigência de simplicidade que apresenta o interface.

7 Conclusões e Trabalho Futuro

A execução deste projecto concluiu com este relatório a fase inicial do MMG. É de seguida apresentada uma avaliação do trabalho efectuado tendo em conta os objectivos definidos, as contingências encontradas e as decisões tomadas.

7.1 Satisfação dos Objectivos

Os objectivos definidos no início do projecto incluíam a escolha e criação de um conjunto de funcionalidades que serviriam de base para o MMG. Era necessário avaliar a plataforma proposta para o trabalho; identificar necessidades e traduzi-las em requisitos; investigar sobre soluções semelhantes que indicassem as tendências e as soluções encontradas para os problemas que surgem ao tentar produzir soluções para este tipo de ambientes e conseguir, deste modo, evitar erros frequentes. Superada esta fase inicial, procedeu-se ao desenvolvimento da aplicação com recurso às ferramentas destinadas especificamente para este ofício, o *Microsoft Visual Studio* que inclui um emulador integrado para dispositivos móveis com a instalação do *Windows Mobile 6 SDK*. Sensivelmente a meio desta fase foi providenciado o hardware específico capaz de cumprir os requisitos necessários a este tipo de aplicação: capacidade de leitura de etiquetas RFID e disponibilidade para armazenar alguns GBs de conteúdos. Com esta ferramenta, foi testado o MMG no desempenho das suas funções nas instalações da empresa e mais tarde no próprio museu. Uma demonstração da aplicação foi efectuada nas III Jornadas da Museologia da Indústria da Chapelaria [Mus09] junto de vários museólogos presentes no evento e dos quais foram recolhidas opiniões e sugestões para a continuação do projecto.

Concretamente, das actividades especificadas considera-se que a criação de uma plataforma com um conjunto de funcionalidades base como a reprodução de conteúdos multimédia, a localização do dispositivo com recurso à tecnologia de RFIDs e a comunicação entre dispositivos foi conseguida. Esta encontra-se também desenvolvida de forma a permitir alterar no futuro o seu aspecto gráfico, graças a separação das vistas da restante aplicação e ao carregamento de um tema visual a partir de uma pasta com as imagens necessárias, numa localização e nome configuráveis. As implementações de tecnologias específicas, como a usada na localização e no sistema de gestão da base de dados, estão isoladas de forma a uma futura alteração não implicar modificações na estrutura da aplicação. Foi desenhado um interface para a aplicação que permite a navegação pelas várias funcionalidades de uma forma simples e coerente. Um ícone e uma forma textual indicam cada acção possível. O texto pode ser

configurado para ser apresentado em Português ou Inglês havendo a possibilidade de ser acrescentado ao ficheiro XML, onde residem os dicionários, qualquer outro idioma.

Os testes realizados com o sistema de leitura de RFID evidenciaram as suas limitações e levaram à necessidade de repensar a forma como a interação seria efectuada. A tecnologia permitia a detecção dos objectos apenas quando o utilizador efectuava a aproximação a uma distância de centímetros, sendo a localização das etiquetas de leitura de uma elevada importância pois teriam de ser colocadas num local visível e não em contacto com o metal pois este inviabiliza a detecção. Um problema possível, que não existe neste museu, é a necessidade de avaliar qual a peça certa a mostrar pois, devido à disposição do museu, cada artefacto tem um volume na maioria das vezes superior a um metro cúbico e a distância entre peças é de um a vários metros. Esta condicionante da distância foi notada durante a demonstração e foi logo evidenciado o incómodo para o visitante de ter de esperar a sua vez de se aproximar para receber a informação pretendida. A quantidade de funcionalidades a concretizar no produto final tem de ter em conta a complexidade e o número de botões e controlos existentes no interface. Outra questão em ponderação é a dificuldade, ou paciência, necessários para introduzir texto no dispositivo e consequentemente a importância dada às funcionalidades que precisam deste tipo de interacção. Quanto à capacidade de um PDA funcionar ininterruptamente durante toda a visita foram efectuadas várias utilizações intensivas que indicaram que a bateria teria capacidade para aproximadamente uma hora e meia de utilização. Tempo suficiente para a realização de uma boa visita.

7.2 Trabalho Futuro

Está prevista a continuação do projecto, envolvendo quatro áreas que permitirão o seu pleno funcionamento e um acréscimo nas suas capacidades:

- A criação dos sistema a integrar na gestão de inventário do museu que permita configurar as visitas no MMG e permita analisar as estatísticas recolhidas;
- A inclusão de um módulo que através do uso de ultra-sons consiga detectar não só a proximidade do visitante mas também a sua orientação;
- A inclusão de conteúdo produzido especificamente para a plataforma para completar o guia.
- A inclusão das sugestões recebidas durante a demonstração do produto de modo a realizar a abordagem defendida: orientar o desenvolvimento através das respostas dadas pelos próprios utilizadores.

O objectivo de integrar este projecto com o sistema de gestão de inventário do museu proporcionaria à direcção do museu a possibilidade de controlar num único ponto todas as aplicações relacionadas com o museu. O esforço da introdução do projecto no ambiente informático do museu é assim minorado. Esta integração também tenciona estender-se ao sítio *web* do museu permitindo aos visitantes uma continuação das experiências vividas no museu.

Um desenvolvimento paralelo a este projecto e, portanto, ainda não disponível para utilização, é o desenvolvimento por parte da Ubiwhere de um sistema de localização por ultra-sons. Este método tem a sua integração prevista no MMG para permitir uma detecção superior da localização de cada visitante e também calcular a sua orientação.

A criação do conteúdo é da responsabilidade do museu. No entanto, a sua adaptação e inclusão na plataforma são tarefas previstas. A automatização do processo e formação dos responsáveis locais na realização da mesma serão também actividades contempladas.

A resposta dada pelos responsáveis do museu e outros museólogos é considerada para a evolução da aplicação. É, obviamente, necessário adaptar as ideias fornecidas às tecnologias

Conclusões e Trabalho Futuro

disponíveis e apresentar protótipos concretos para avaliação, já que os próprios responsáveis não têm uma ideia definida daquilo que pretendem para o produto.

Da conclusão destas acções depende o sucesso do produto e da sua possível extensão a outros espaços de funções semelhantes. Convém salientar que, como este projecto se encontra numa fase inicial, a sua primeira implementação é considerada uma fase experimental e da qual se pretendem retirar conclusões que permitam o refinamento do desenho e das funcionalidades do produto.

Referências

- [App09] Apple. iPhone Reference Library, 2009. <http://developer.apple.com/iphone/library/navigation/index.html> (acedido pela última vez a 17 de Junho de 2009).
- [Bar03] Denise Barnes. Fundamentals of Microsoft .NET Compact Framework Development for the Microsoft .NET Framework Developer, 2003. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa446549.aspx> (acedido pela última vez a 4 de Junho de 2009).
- [BK09] Timothy Baldwin, Lejoe Thomas Kuriakose. Cheap, Accurate RFID Tracking of Museum Visitors for Personalized Content Delivery . In , pp. . Museum and the Web 2009, 2009.
- [Blu09] Bluetooth. Compare with other technologies, 2009. <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/Compare/> (acedido pela última vez a 4 de Junho de 2009).
- [CP04] Carmine Ciavarella, Fabio Paternò. The desing of a handheld, location-aware guide for indoor environments. In Springer-Verlag , pp. . Pers Ubiquit Comput, 2004.
- [Fei06] Alex Feinman. Hosting ActiveX Controls in the .NET Compact Framework 2.0, 2006. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa446515.aspx> (acedido pela última vez a 5 de Junho de 2009).
- [Fow06] Martin Fowler. GUI Architectures, 2006. <http://www.martinfowler.com/eaaDev/uiArchs.html> (acedido pela última vez a 15 de Junho de 2009).
- [Goo09] Google. Android Developers, 2009. <http://developer.android.com/reference/packages.html> (acedido pela última vez a 17 de Junho de 2009).
- [GPS09] Kowoda.de. GPS Explained: Error sources, 2009. <http://www.kowoma.de/en/gps/errors.htm> (acedido pela última vez a 1 de Junho de 2009).
- [GPSS08] Giuseppe Ghiani, Fabio Paternò, Carmen Santoro, Lucio Davide Spano. A Location-aware Guide based on Active RFIDs in Multi-Device Environments. In , pp. . , 2008.
- [LHH05] Dirk vom Lehn, Christian Heath, Jon Hindmarsh. Rethinking interactivity: design for participation in museums and galleries. In , pp. . Re-Thinking Technology in Museums: Towards a New Understanding of People's Experience in Museums , 2005.
- [Lip08] Lipsum. Lorem Ipsum, 2008. <http://www.lipsum.com/> (acedido a última vez em 19 de Maio de 2008).

- [Mic08] Microsoft Corporation. *Mobile Application Architecture Guide*. Microsoft Patterns and Practices, 1.1, 2008.
- [Mic09] Microsoft. AppDomain Class, 2009. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.appdomain.aspx> (acedido pela última vez a 17 d Junho de 2009).
- [Mom08] Momedia Ltd.. interactive and location aware museum guides, 2008. <http://www.momedia.co.uk/pages/interactive.php> (acedido pela última vez a 5 de Junho de 2009).
- [Mus09] Museu da Chapelaria. Museu da Chapelaria, 2009. <http://museudachapelaria.blogspot.com/> (acedido pela última vez a 12 de Junho de 2009).
- [Nok09] Nokia. Indoor Positioning, 2009. <http://www.nokia.com/A41229024> .
- [Ope09] OpenNETCF Consulting, LLC. Smart Device Framework, 2009. <http://www.opennetcf.com/Products/SmartDeviceFramework/tabid/65/Default.aspx> (acedido pela última vez a 7 de Junho de 2009).
- [Pan02] Pango Network, Inc. Press Releases, 2002. http://www.pangonetworks.com/release_8.htm (acedido pela última vez a 3 de Junho de 2009).
- [PHX09] PHXSoftware. System.Data.SQLite, 2009. <http://sqlite.phxsoftware.com/> (acedido pela última vez a 8 de Junho de 2009).
- [PT03] Nancy Proctor, Chris Tellis. The State of Art in Museum Handelds in 2003. In , pp. 14. Museums and the Web, Março 2003.
- [RFID04] RFID Journal. Museum Puts Tags on Stuffed Birds, Setembro 2004. <http://www.rfidjournal.com/article/view/1110/1/1> (acedido pela última vez a 2 de Junho de 2009).
- [Sql08] SQLite. Distintive Features of SQLite, 2008. <http://www.sqlite.org/different.html> (acedido pela última vez a 8 de Junho de 2009).
- [Str08] Ulrich Strauss. Getting started with Windows Media Player (Objectives , Problems , Possible approaches), 2008. [http://www.coppercoins.de/post/2008/10/02/WMP-Part-I-Getting-started-with-Windows-Media-Player-\(Objectives-Problems-Possible-approaches\).aspx](http://www.coppercoins.de/post/2008/10/02/WMP-Part-I-Getting-started-with-Windows-Media-Player-(Objectives-Problems-Possible-approaches).aspx) (acedido pela última vez a 5 de Junho de 2009).
- [Ubi08] Ubiwhere. Ubiwhere, 2008. <http://ubiwhere.com/en/company.php> (acedido pela última vez em 26 de Maio de 2009).
- [WAHS01] Allison Woodruff, Paul M. Aoki, Amy Hurst, and Margaret H. Szymanski. Electronic Guidebooks and Visitor Attention. In , pp. . International Cultural Heritage Informatics Meeting, 2001.
- [Wei91] Weiser, Mark. The Computer for the 21st Century. In Scientific American , pp. . Scientific American Ubicomp Paper, 1991.
- [Wik09] Mobilizy - Smartphone Solutions. Wikitude AR Travel Guide, 2009. <http://www.mobilizy.com/wikitude.php> (acedido pela última vez a 3 de Junho de 2009).
- [Wil04] Jim Wilson. Developing Smart Device WiFi Applications with the .NET Compact Framework, 2004. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa446527.aspx> (acedido pela última vez a 28 de Maio de 2009).

[WIP09] WIPS. Wifi-Based Indoor Positioning System, 2009.
<http://scyp.atrc.utoronto.ca/wips/> (acedido pela última vez a 2 de Junho de 2009).

Anexo A: Protótipos

A.1 Protótipos criados durante a Especificação da Aplicação

Estes protótipos foram criados durante a fase de análise e especificação. O resultado final aproxima-se da ideia inicial.

A Figura A.1 mostra o ecrã que inicialmente se pensou para o operador utilizar. A informação que figura na aplicação acrescenta a estas entradas informações presentes no questionário em papel existente no museu.

O protótipo de interface de usuário para o operador é dividido em duas abas: **MMG Start** e **MMG_Start_Sync**.

MMG Start contém o formulário "Identificar Visitante" com os seguintes campos:

- BI:
- Nome:
- email:
- Tipo:

MMG_Start_Sync contém o formulário "Adicionar Amigos PDA 1:" com as seguintes opções:

- Selecione "Todos" ou "Amigos".
- Lista de PDA: PDA 2, PDA 4 (à esquerda) e PDA 3, PDA 5 (à direita).
- Botões de setas: >> e <<.
- Opções de permissão: Permite GPS e Permite Chat.

Na base da interface, há uma barra de navegação com os botões: **Opções**, **Iniciar**, **Voltar** e **Aplicar**.

Figura A.1: Protótipos para o Operador

Na figura A.2 mostram-se as várias hipóteses desenhadas para ecrã inicial. A solução final apresenta várias ideias presentes nestes ecrãs como a utilização do mapa e disponibilização dos vários conteúdos.

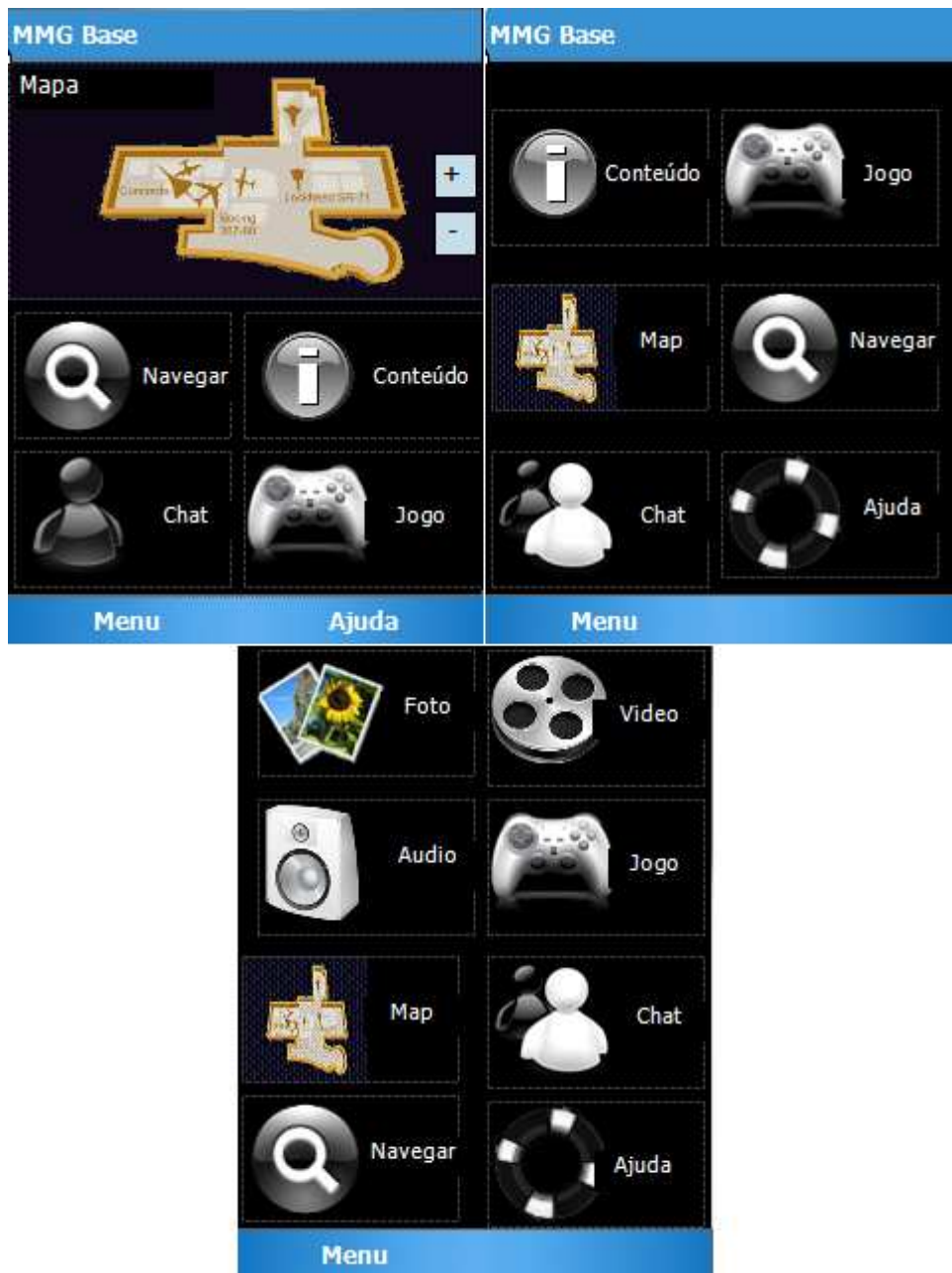


Figura A.2: Protótipos do Ecrã Inicial

O protótipo para a apresentação de conteúdos já apresenta as funcionalidades implementadas. Foi decidido numa fase posterior que a consistência do tema devia ser mantida em toda aplicação, o que levou à retirada dos menus inferiores. A Figura A.3 demonstra estes aspectos.



Figura A.3: Protótipo do Ecrã de Conteúdos.

Os protótipos da navegação foram fundidos no resultado final utilizando uma lista horizontal (à direita) mas com botões grandes (à esquerda) como se vê na Figura A.4.



Figura A.4: Protótipos de Navegação

Os protótipos das funcionalidades de socialização, ilustrados na Figura A.5, mostram as ideias que se exploravam na fase inicial com a possibilidade de comunicar por voz e texto para além das partilhas e da localização. A comunicação por voz foi desestimada e a localização dos amigos foi incluída no mapa do ecrã inicial.



Figura A.5: Protótipo de Comunicação

Anexo B: Base de Dados

B.1 Lista de Operações

As Tabela B.1, B.2 e B.3 apresentam uma lista das operações efectuadas com recurso à base de dados. A convenção foi preceder todos os *SELECTs* com *Get*, os *INSERTs* com *Set* e os *UPDATEs* com *Update*.

Tabela B.1: Lista de Operações INSERT efectuadas na BD

<i>Protótipo</i>	<i>Descrição</i>
SetUserData(userDetails) SetVisitedResource(resId, userId) SetInteraction(poiId, userID, type)	Guarda os dados do utilizador. Regista o acesso de um utilizador a um recurso. Regista o acesso a um ponto de interesse, indicando como este foi encontrado.

Tabela B.2: Lista de Operações UPDATE efectuadas na BD

<i>Protótipo</i>	<i>Descrição</i>
UpdateVisitedResource(resId, userId, column, value)	Actualiza o modo como o utilizador interage com os recursos.

Tabela B.3: Lista de Operações SELECT efectuadas na BD

<i>Protótipo</i>	<i>Descrição</i>
GetResourcesByPOI(poiId, visitTypeId)	Devolve os recursos associados a um POI.
GetRootCategories()	Devolve as categorias Base. Útil na navegação.
GetChildrenCategories(parent)	Devolve as categorias que são descendentes da indicada. Útil na navegação.
GetCategory(parent_id)	Devolve a categoria. Útil para realizar a navegação ascendente.
GetVisitTypes()	Devolve o tipo de visitas configuradas.
GetPOIByIdentifier(ident)	Devolve o POI que corresponde ao identificador RFID encontrado
GetPOIByName(key)	Devolve os POIs cujo nome satisfaz a expressão indicada.
GetTPOIByCategory(category_id)	Devolve os POIs de uma determinada categoria.
GetPOIByLocation(posX, posY, radius, map_id)	Devolve os POIs que estejam a uma distância inferior ao rádio a partir da posição especificada.
GetPOIPointsFromMap(mapId)	Devolve a posição de todos os pontos de interesse de um mapa. Útil para criar a imagem do mapa com os pontos.
GetMapName(map_id)	Devolve o nome dos mapas. Usado para carregar as imagens dos mapas.
GetAllMaps()	Devolve os mapas existentes.

B.2 Descrição Pormenorizada das Tabelas

A Tabela B.4 guarda informação relativa a cada utilizador que controla o dispositivo, permitindo assim que o dispositivo registe várias sessões de utilização antes de enviar os dados para o servidor central.

Tabela B.4: users

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome fornecido pelo utilizador.
email	VARCHAR		O seu email.
date	DATETIME		A data da visita.
age	INTEGER		Idade do visitante.
userIdentNumber	VARCHAR		Valor que identifica o visitante.
skill	VARCHAR		Habilitações literárias.
startTime	DATETIME		Hora de início da visita.
endTime	DATETIME		Hora do final da visita.
visitType_id	INTEGER	FK	Referencia o tipo de visita que o utilizador fez.

A Tabela B.5 guarda os tipos de visitas para poder fornecer conteúdo de acordo com o tipo de utilizador.

Tabela B.5: visitTypes

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome do tipo de visita.
language	VARCHAR		A língua do tipo de visita.

A Tabela B.6 guarda os pontos de interesse que são detectados pela sua localização na aplicação.

Tabela B.6: pois

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome dado a ponto de interesse.
description	TEXT		Uma descrição curta.
identifier	VARCHAR		Identificador que é recebido pelos sistemas de localização e que permite fazer a associação do local ao ponto no sistema.
position_id	INTEGER	FK	Referencia o ponto com a sua posição no mapa.
poiType_id	INTEGER	FK	Referencia o tipo de ponto. Uso de categorias para os ordenar.

A Tabela B.7 guarda as categorias dos Pontos de Interesse.

Tabela B.7: poiTypes

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome dado à categoria.
description	TEXT		Uma descrição curta.
parent_id	INTEGER		O id da categoria acima. As categorias raíz apresentam "0".

A Tabela B.8 guarda as coordenadas (em que o ponto aparece no mapa) .

Tabela B.8: positions

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
posX	INTEGER		A coordenada em X.
posY	INTEGER		A coordenada em Y.
map_id	INTEGER	FK	Referência para o mapa.

A Tabela B.9 relaciona posições de modo a ser possível implementar uma sequência entre os posições e consequentemente sobre os pontos de interesse.

Tabela B.9: neighbourPositions

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
pos1_id	INTEGER		-
pos2_id	INTEGER		-

A Tabela B.10 guarda os mapas. Estes mapas são imagens PNG e têm uma dimensão fixa: 480x320 pixels.

Tabela B.10: maps

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome do mapa.

A Tabela B.11 guarda os recursos que são os conteúdos que se associam aos pontos de interesse.

Tabela B.11: resources

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome dado ao recurso.
resourceType_id	INTEGER	FK	Referencia o tipo do conteúdo.

A Tabela B.12 guarda os tipos de conteúdo. Actualmente vídeo, imagem, áudio, jogo e texto.

Tabela B.12: resourceTypes

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome do tipo.

A Tabela B.13 associa os conteúdos aos tipos de visita de modo a cada visita contar com diferentes recursos como é o caso de usar a aplicação noutra língua.

Tabela B.13: visitTypeResources

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
resource_id	INTEGER		-
visitType_id	INTEGER		-

A Tabela B.14 associa os pontos de interesse aos seus conteúdos.

Tabela B.14: poiResources

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
resource_id	INTEGER		-
poi_id	INTEGER		-

A Tabela B.15 guarda informação relativa à visita associando os utilizadores aos conteúdos visionados.

Tabela B.15: visitedResources

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
resource_id	INTEGER		-
user_id	INTEGER		-
viewTime	DATETIME		O tempo durante o qual foi visto (se aplicável).
classification	INTEGER		Uma classificação dada pelo utilizador ao conteúdo.
favorited	INTEGER		Se foi marcado como favorito.
shared	INTEGER		Se foi partilhado.
viewCount	INTEGER		As vezes que foi visto.
status	TEXT		Um estado (uma pontuação num jogo por exemplo).

A Tabela B.16 guarda os tipos de informação que se podem recolher. os tipos definidos são: *Spotted*, um ponto de interesse detectado mas que o utilizador preferiu ignorar o conteúdo; *ActiveView*, o utilizador quis ver conteúdo de um ponto de interesse que detectou e *PassiveView*, o utilizador viu conteúdo de um ponto de interesse pelo qual procurou no PDA.

Tabela B.16: trackTypes

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
trackTypes_id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome do tipo de registo.

A Tabela B.17 relaciona um tipo de registo com o utilizador num determinado momento. Utilizado posteriormente para poder ilustrar os caminhos percorridos pelos visitantes.

Tabela B.17: trackedPois

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
user_id	INTEGER		-
poi_id	INTEGER		-
time	DATETIME		O momento em que ocorreu o registo de utilização.
trackTypes_id	INTEGER		A referência para o tipo de registo.

A Tabela B.18 relaciona os amigos com o utilizador. Assim é possível encontrar os amigos do utilizador activo.

Tabela B.18: friends

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
name	VARCHAR		O nome do amigo.
user_id	INTEGER		O utilizador a que pertence o amigo

A Tabela B.19 guarda as mensagens trocadas com os amigos do utilizador.

Tabela B.19: friendMessages

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
id	INTEGER	PK	-
friend_id	INTEGER		-
content	TEXT		O texto que constitui a mensagem enviada.

A Tabela B.20 guarda as partilhas dos amigos do utilizador relacionando os recursos partilhados com os amigos.

Tabela B.20: friendShares

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs</i>	<i>Descrição</i>
resource_id	INTEGER		-
friend_id	INTEGER		-

Anexo C: Organização da Aplicação

C.1 Descrição Pormenorizada da Organização da Aplicação

A solução está organizada em vários projectos que se indicam de seguida::

- **MMG** que corresponde a aplicação e é o projecto principal.
- **CommInterface** que contém a especificação das mensagens trocadas entre os utilizadores.
- **GameInterface** que contém um interface a ser implementado pela aplicação principal e outro a ser implementado pela jogo. A sua implementação correcta garante o funcionamento das mensagens entre o jogo e a aplicação.
- **LocationInterface** que define um interface com os métodos que são invocados pela aplicação quando se pretende interagir com o sistema de localização. A classe que implementa este interface na aplicação designa-se por *RFIDLocation*.

O projecto principal agrupa o seu conteúdo utilizando a seguinte divisão de pastas:

- **ApplicationLogic** onde se encontram os Controladores da aplicação organizados nas categorias: *Browse*, *Friends*, *Help*, *Interaction*, *Operator* e *Player*. Também se inclui na lógica da aplicação o *GUIController* e o *ServicesController*. O *GUIController* é responsável pela navegação e o *ServicesController* contém os serviços de localização e comunicação. Os interfaces genéricos para controladores, modelo e vistas, *IController*, *IModel* e *IView* respectivamente estão aqui colocados.
- **Controls** onde se encontram os formulários e controlos de interface criados propositadamente para a aplicação. Aqui incluem-se o formulário *Base* para toda a aplicação; o controlo do mapa *MapUserControl*; o menu de navegação comum a vários ecrãs *NavMenu*; o controlo que notifica quando é encontrado um ponto de interesse *PopUpMessage* e o controlo responsável pela reprodução de conteúdo composto pelo *PlayerControl* e pelo *WMPSingleton*.
- **Libraries** onde se guardam as bibliotecas utilizadas pela aplicação com as responsáveis pela localização; a que permite a manipulação da base de dados *SQLite* e vários componentes da *OpenNETCF framework*.

- **Model** onde está presente o interface que deve ser implementado por todos os sistemas de base de dados que se pretendam implementar *IDatabase* e uma implementação concreta *SQLiteDatabase*. Também estão aqui definidas as classes *Category*, *Friend*, *Map*, *MapPoint*, *POI*, *Resource*, *TxtMessage*, *User* e *VisitType*.
- **Presentation** onde estão as vistas da aplicação organizadas nas mesma categorias que a lógica da aplicação. Assim, para *Browse* existem *BrowseListView*, *BrowseView*, *CategListView*, *FaveListView*, *HistoListView*, *MapListView* e *NameListView*. A categoria *Friends* conta com *FriendsView*, *MessageView* e *SharesView*. No *Help* existe apenas a *HelpView*. O *Interaction* contém *InteractionView* e *StartView*. O *Operator* possui a sua vista *OperatorView*. O *Player* agrupa as vistas *AudioPlayerView*, *GamePlayerView*, *ImagePlayerView*, *PlayerView* e *VideoPlayerView*. Estas 19 vistas compreendem ecrãs distintos e ecrãs que servem de base para outros.
- **Resources** onde estão os conteúdos usados na aplicação. Isto inclui a base de dados *mng.sqlite* e um conjunto de pastas: *Audio*, *Games*, *Images*, *Maps*, *Texts*, *Themes*, *Thumbs* e *Videos*.

Como se pode verificar utilizaram-se várias convenções para a nomenclatura das várias classes seus métodos e atributos. Os controladores são assinados com *Controller*, as vistas com *View*, os interfaces são iniciados pela letra inicial correspondente. Já para os métodos seguiu-se o padrão comum em *C#* que é *Pascal Case*. Nos atributos privados resolveu-se optar pela norma generalizada de colocar um traço inferior antes do respectivo identificador.


```
        <ReadAttempts value="10"/>
    </Location>
    <Communication enabled="true">
        <ServerPort value="5999"/>
        <ClientPort value="5998"/>
    </Communication>
</Services>
</Settings>
</Application>
```

Índice Remissivo

A

API, 10, 11, 27, 30

C

C#, 10, 11

D

DLL, 10

H

HTML, 11

J

JPEG, 36

M

MMG, 2, 4, 5, 23, 24, 27-29, 35, 43, 44

P

Passive View, 25

PDA, 5, 8, 9, 21, 22, 44

R

RFID, 2, 7-10, 15, 24, 35, 39, 42, 43, 44

T

Template Method, 27

U

Ubiwhere, 1, 44

UDP, 28

X

XML, 10, 26, 44

.

.NET, 10, 11, 24, 28