

Jorge Filipe Sousa Costa

GEOSYC – Um Sistema Geocolaborativo
Síncrono

Lisboa

2010



Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Informática

Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática
2009/2010

GEOSYC – Um Sistema Geocolaborativo Síncrono

Jorge Filipe Sousa Costa
Nº 26362

Orientadora

Prof.^a Auxiliar Maria Armanda S. Rodrigues Grueau

Lisboa

2010

ii

Nº do aluno: 26362

Nome: Jorge Filipe Sousa Costa

Título da Dissertação: GEOSYC – Um Sistema Geocolaborativo Síncrono

Palavras-Chave:

- Geocolaboração
- Sistemas de Informação Geográfica
- Suporte à Decisão Espacial
- Mapas na Internet
- Actividades Síncronas

Keywords:

- Geo-Collaboration
- Geographic Information Systems
- Spatial Decision Support
- Web Mapping
- Synchronous Activities

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à Professora Armanda Rodrigues pela oportunidade de realizar este trabalho e todo o conhecimento e supervisão que prestou ao longo da sua elaboração.

De seguida, agradeço ao Professor Auxiliar Nuno Preguiça, do Departamento de Informática da FCT – UNL, pelo apoio na escolha da melhor tecnologia para suportar a solução implementada e ao Dr. José Carlos Ferreira, colaborador do grupo CIVITAS, e aos técnicos da Instituição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo pelo suporte oferecido ao caso de estudo considerado para esta Dissertação.

Quero também agradecer às empresas Fullsix Portugal e M2M toda a compreensão demonstrada nas alturas em que tive de abdicar do meu tempo profissional para me dedicar a esta Dissertação.

A todas as pessoas que se disponibilizaram para realizar os testes de usabilidade assim como a todos os colegas que me acompanharam nos mais diversos desafios do meu percurso académico envio igualmente o meu agradecimento.

Aos meus verdadeiros amigos que estiveram sempre comigo, em especial ao Mário Pais pela força e coragem que me deu no início deste trabalho.

À Patrícia por todo o apoio, paciência e motivação que sempre demonstrou e por me ter feito sempre acreditar de que era capaz.

Finalmente, o mais profundo e sincero agradecimento dedico a toda a minha família por terem sempre ambicionado o meu sucesso e me terem proporcionado todas as condições para chegar tão longe. Ao meu pai, pelas palavras sábias e o espírito de luta que me transmitiu, e à minha mãe por todo o amor e dedicação que nunca me faltou.

Resumo

A resolução de problemas com base espacial que envolvam tomadas de decisão é normalmente realizada por um grupo de pessoas a trabalharem colaborativamente. Conforme o tempo de decisão que cada colaborador dispõe, as actividades colaborativas dividem-se em assíncronas, se não dependerem do tempo, ou síncronas, caso sejam realizadas ao mesmo tempo. A Geocolaboração insere-se neste trabalho cooperativo, ao mapear dados geograficamente relacionados para representações significativas. Para tal, recorre-se a ferramentas colaborativas desenvolvidas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no contexto do Trabalho Cooperativo Suportado por Computadores (CSCW). Com o objectivo de fornecer novas perspectivas à Geocolaboração, o desenvolvimento de trabalhos nesta área tem crescido. Um desses trabalhos foi o que precedeu esta Dissertação, onde as actividades assíncronas foram tema dominante. Esta Dissertação vem dar seguimento a esse trabalho, expandindo-o para um modelo síncrono, e implementando um sistema que permita a todos os utilizadores comunicarem, visualizarem e partilharem conhecimento com vista a tomadas de decisão com um contexto geográfico. Para tal, são feitos dois estudos: um na área de Sistemas Colaborativos, para identificar os aspectos mais importantes que uma estrutura de um Sistema Geocolaborativo deve conter, e outro, na área de Sistemas Distribuídos, para escolher a melhor arquitectura que sirva de suporte a este sistema, assim como as suas características e formas de lidar com possíveis conflitos. Com o objectivo de contribuir para o avanço da implementação da Geocolaboração e oferecer apoio às actividades de tomada de decisão que debatam problemas geográficos, nomeadamente planeamento urbano, este sistema foi concebido com o apoio de investigadores experientes cujas actividades se enquadram no âmbito das contribuições previstas.

Abstract

The spatial decision-making process generally involves a group of collaborative co-workers aiming at a conceptual solution. User interaction, in these collaborative activities, can be classified as asynchronous (or different-time) and synchronous (or same-time). Geo-Collaboration involves users gathering and interpreting geographically-related data, and mapping it into meaningful representations. Tools to support spatial decision-making in Geo-Collaboration are emerging from existing research in Geographic Information System (GIS) and Computer-Supported Cooperative Work (CSCW). In order to facilitate the vision of achieving interoperable data and services for Geo-Collaboration, several approaches have been proposed. One example preceded this Dissertation, where a conceptual approach of an activity model for asynchronous collaboration, in the context of spatial decision making, was developed. In this dissertation, the model is expanded towards a synchronous model, where a system to communicate, visualize and share knowledge, in order to enable collaborative spatial decision-making between distributed people, is a major goal. Two scientific areas are studied: Collaborative Systems and Distributed Systems. The first area provides guidelines for the design of a Geo-Collaborative system, identifying the common requirements of a conceptual framework. To offer the maximum flexibility in the implementation, a specific distributed architecture is proposed as well a set of pre-defined components that execute different policies, related to concurrency control and awareness support. This Dissertation aims to contribute to a scientific approach towards Geo-Collaboration, focusing on spatial-decision making activities, like urban planning, where geo-referenced data are important. The development of this system supported by domain experts, whose activities fall within the chosen topic.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Estrutura da Dissertação	4
2. Trabalho relacionado	6
2.1 Colaboração síncrona em sistemas distribuídos	7
2.1.1 Conceito e ambiente	7
2.1.2 Arquitecturas	9
2.1.3 Características dos sistemas distribuídos	11
2.2 Geocolaboração em sistemas de informação geográfica	14
2.2.1 Sistemas de informação geográfica	15
2.2.2 Sistemas colaborativos	16
2.2.3 Geocolaboração	18
2.2.4 Plataforma para aplicações geocolaborativas	20
2.2.5 Aplicações colaborativas com base espacial	25
2.3 Discussão	28
3. Desenvolvimento do GEOSYC	31
3.1 Apoio de Especialistas	32
3.2 Metodologia	32
3.2.1 Definição de um Sistema Geocolaborativo Síncrono	33
3.2.2 Desenho do Sistema	33
3.2.3 Implementação	34
3.2.4 Testes de Usabilidade	34
3.3 Apresentação do GEOSYC	34
3.4 Análise de Requisitos	39

3.5 Desenho do Sistema.....	41
3.5.1 Armazenamento de Dados.....	42
3.5.2 Funcionalidades.....	43
3.5.2.1 Início.....	44
Consultar dados do Sistema	45
Receber convocatórias para reuniões	45
3.5.2.2 Dados Pessoais	46
Gerir Dados Pessoais.....	47
Definir Mapa Pessoal	47
3.5.2.3 Glossário.....	47
Consultar Termos do Glossário.....	48
Inserir e Modificar Termos do Glossário	49
3.5.2.4 Agenda.....	49
Consultar Próximas Reuniões	50
Marcar uma Reunião	51
3.5.2.5 Reunião.....	51
Preparar a Próxima Reunião.....	53
Participar na Reunião	53
3.5.2.6 Arquivo.....	54
Consultar Relatórios de Antigas Reuniões	55
3.5.2.7 Gestão do Sistema	56
3.6 Arquitectura e Tecnologias.....	58
3.6.1 Arquitectura.....	58
Controlo de Concorrência	60
Análise de Sensibilidade	62
Tolerância a Falhas.....	64
3.6.2 Tecnologia	64
3.6.2.1 Google Web Toolkit.....	65
3.6.2.2 Google App Engine.....	67
3.6.2.3 Java Data Object.....	68
3.6.2.4 Google Maps	69
3.6.2.5 Asynchronous Javascript And XML	72

3.7 Discussão	73
4. Prova de Conceito.....	76
4.1 Administração da Região Hidrográfica do Tejo.....	76
4.2 Testes de Usabilidade	78
4.2.1 Participantes	79
4.2.2 Questionários.....	80
4.2.3 Resultados	81
5. Conclusão e Desenvolvimento Futuro.....	86
Bibliografia	90
Referências Electrónicas.....	94
Anexos.....	97
Anexo A – Registo de Utilizadores	97
A.1 – Exemplo XML para Registo de um Utilizador.....	97
A.2 – DTD para Validar Registo de Utilizadores.....	97
Anexo B – Testes de Usabilidade para Público Geral.....	98
B.1 – Introdução	98
B.2 – Realização do Teste	99
B.3 – Formulário de Dados Pessoais	100
B.4 – Tarefas.....	101
B.5 - Formulário dos Resultados do Teste.....	103
Anexo C – Teste de Usabilidade Para Grupo de Programadores	105
C.1 – Introdução	105
C.2 – Realização do Teste	105
C.3 – Formulário de Dados Pessoais	106
C.4 – Tarefas.....	106
C.5 – Formulário dos Resultados do Teste.....	106

Índice de Figuras, Gráficos e Tabelas

Figuras

Figura 2.1 – Modelo tempo / lugar do CSCW (Wood <i>et al.</i> , 1995)	18
Figura 2.2 – Plataforma conceptual (Antunes e André, 2006)	22
Figura 3.1 – Diagrama de casos de utilização	41
Figura 3.2 – Desenho das entidades guardadas na base de dados	44
Figura 3.3 – Componente início do GEOSYC	46
Figura 3.4 – Componente dados pessoais do GEOSYC.....	48
Figura 3.5 – Componente glossário do GEOSYC.....	50
Figura 3.6 – Componente agenda do GEOSYC.....	52
Figura 3.7 – Componente reunião do GEOSYC	54
Figura 3.8 – Componente arquivo do GEOSYC	57
Figura 3.9 – Painel de gestão de aplicações no GAE.....	58
Figura 3.10 – Arquitectura GEOSYC.....	61
Figura 3.11 – Exemplo Google Maps API em GWT	68
Figura 3.12 – Exemplo Google Maps API no GEOSYC	74

Gráficos

Gráfico 4.1 – Classificação média das notas dos utilizadores para a realização das tarefa dos testes de usabilidade	85
Gráfico 4.2 – Percentagem das respostas em relação à pergunta “Foi fácil usar o GEOSYC?”...85	
Gráfico 4.3 – Percentagem das respostas em relação à pergunta “Usaria o GEOSYC para tomar decisões, de forma síncrona, num dado contexto geográfico?”	86

Tabelas

Tabela 1 – Somatório das classificações atribuídas pelos utilizadores a cada uma das tarefas	84
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Glossário

AJAX	Asynchronous Javascript And XML
API	Application Programming Interface
ARHT	Administração da Região Hidrográfica do Tejo
CIVITAS	Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
GAE	Google App Engine
GEOSYC	Geo-Collaborative Synchronous Conference
GWT	Google Web Toolkit
JDO	Java Data Object
PM	Persistent Manager
P2P	Peer-to-Peer
RMI	Remote Method Invocation
RPC	Remote Procedure Call
SD	Sistemas Distribuídos
SIG	Sistemas de Informação Geográfica

1. Introdução

1.1 MOTIVAÇÃO

A colaboração assume um papel fundamental nos dias de hoje. A Internet é um vibrante ambiente de colaboração na produção de informação, conhecimento e cultura. Vários serviços populares, como o envio de correio electrónico e notícias, são formas de colaboração. Tempos recentes têm igualmente demonstrado um grande impacto na educação das tecnologias de informação, nomeadamente colaboração baseada em computadores (Marjanovic, 1999). Os Sistemas Colaborativos pertencem a uma área multidisciplinar que estuda o desenvolvimento de sistemas computacionais para o suporte à colaboração. Na mesma área são aplicados conhecimentos de diversas áreas da informática, como Engenharia de Software, Base de Dados, Inteligência Artificial, Sistemas Multimédia, Sistemas Distribuídos, etc.

O avanço que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e outras tecnologias relacionadas têm conhecido, ao longo das últimas duas décadas, tem aumentado significativamente a capacidade para colectar grandes quantidades de dados georeferenciados. A Informação Geográfica modificou-se, evoluindo de fracas instruções de computação de dados para valiosos ambientes de dados, recursos e ferramentas computacionais (Zhu *et al.*, 2007). A Informação Geográfica é cada vez mais usada para resolver problemas ambientais e sociais complexos, tais como a gestão de crises, a criação de novas políticas ambientais ou mesmo planeamento urbanístico (Cai, 2005). Contudo, as tecnologias de SIG foram inicialmente concebidas para uso individual, não oferecendo suporte a tomadas de decisão (MacEachren, 2000).

Quando os membros de um grupo de trabalho, geograficamente distantes, ao lidarem com informação geográfica, necessitam de comunicar, recorrem ao típico telefone e mapas em papel, mesmo que tenham ao seu dispor ferramentas SIG. Isso deve-se ao facto de a maioria das aplicações SIG não oferecerem suporte a múltiplos utilizadores ou então, quando oferecem, o mesmo dado só pode ser alterado por um utilizador de cada vez. (Cai, 2005). As aplicações que permitem múltiplos utilizadores estão normalmente disponíveis em redes locais (*ad hoc*) e são difíceis de usar (MacEachren *et al.*, 2008).

A investigação científica raramente é realizada por indivíduos, mas sim por grupos de cientistas, aos quais é exigido esforço cooperativo e um conjunto complementar de qualidades para resolverem os grandes desafios. Esses cientistas podem estar em diferentes sítios, diferentes instituições e até em diferentes países, contudo precisam de coleccionar e analisar dados para simulações e experiências (Wood, *et al.*, 1995). Os Sistemas Geocolaborativos, suportados por computadores, auxiliam pessoas, em diferentes localizações, a trabalhar sobre dados georeferenciados e a partilhar conhecimento. As ideias fundamentais que estão por detrás da Geocolaboração incluem minimizar os custos associados a uma visita de campo e simplificar o processo de decisão colaborativa que envolva mapeamento geográfico (Antunes e André, 2006).

1.2 OBJECTIVOS

A Geocolaboração é uma recente área de investigação dos SIG. Embora o número de trabalhos desenvolvido neste âmbito tenha vindo a crescer, as suas contribuições têm-se revelado insuficientes para responder a limitações existentes tanto a nível de software como de hardware (MacEachren *et al.*, 2008). Outro problema da Geocolaboração é referente ao facto de pouco se conhecer sobre as equipas que trabalham com informação geográfica com recurso a tecnologias SIG. As interfaces dos SIG são igualmente complexas, pouco amigas do utilizador (*user-friendly*), ou seja, difíceis de aprender e usar (MacEachren *et al.*, 2008).

Esta Dissertação vem dar seguimento a um trabalho anteriormente desenvolvido, por Rodrigues (2009), onde se explorou tomadas de decisão a nível espacial com colaboração assíncrona. O objectivo desta Dissertação foi desenvolver um sistema síncrono que possa

igualmente auxiliar participantes distribuídos geograficamente a tomar decisões sobre dados georeferenciados. Para tal, este sistema permitir aos seus utilizadores comunicarem entre si, visualizarem os dados do problema e disponibilizar formas de partilhar o conhecimento.

Devido a ser um sistema síncrono, onde os utilizadores estão obrigados a interagir ao mesmo tempo, este sistema contribuiu para resoluções de problemas de uma forma mais rápida e eficaz do que, comparativamente, com uma aplicação assíncrona, onde os utilizadores têm total liberdade de tempo. Uma diferença em relação ao trabalho anterior é que esse centrava-se no modelo de participação pública, contando com a opinião de um utilizador comum, enquanto este sistema tem, como público alvo, especialistas e investigadores da Geocolaboração, sendo a razão desta característica explicada posteriormente.

Outros factores de motivação, que se tornaram em objectivos a atingir no desenvolvimento desta Dissertação, foram os problemas referidos na secção anterior e que são comuns na Geocolaboração. Um dos problemas refere-se ao facto de os sistemas colaborativos existentes apresentarem limitações a nível de hardware e software. Como consequência, esses sistemas acabam por ter uma interface de utilizador bastante complexa e de difícil utilização para quem pretende usufruir do sistema. Por fim, a informação referente a este tipo de sistemas é bastante escassa, devido a ser uma área recente de estudo por parte dos investigadores.

Desta forma, no contexto desta Dissertação, desenvolveu-se um estudo sobre o estado de arte de duas grandes áreas: Sistemas Distribuídos e Sistemas de Informação Geográfica. A primeira área contribuiu para a forma de como o sistema foi implementado, nomeadamente a nível da arquitectura escolhida para suportar o sistema e ainda para a forma deste sistema lidar com possíveis situações inerentes a um sistema síncrono. Em relação à área de Sistemas de Informação Geográfica, esta foi decisiva no sentido de identificar os requisitos de um sistema colaborativo síncrono.

Além deste estudo, esta Dissertação contou com o importante apoio de especialistas das duas áreas, com o intuito de garantir não só uma aplicabilidade real ao sistema mas também que o mesmo fosse funcionalmente capaz. Por fim, foram realizados testes de usabilidade no sentido de

aprovar tanto a usabilidade do sistema como o suporte a tomadas de decisão num contexto geográfico.

As contribuições desta Dissertação dividem-se em dois níveis: a nível aplicacional e a nível de investigação científica. A nível aplicacional oferece uma nova solução, desenvolvida com recurso a tecnologias recentes, e que contribui para que as decisões colaborativas sejam tomadas de forma mais rápida e eficaz, com uma interface de utilizador mais acessível, além de contrariar o domínio das soluções assíncronas nesta área. A nível de investigação científica, esta Dissertação não só completou o trabalho que a precedeu mas também fornece informação significativa para avanços nesta área de investigação.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta Dissertação têm um total de 5 capítulos:

- Capítulo 1 (Introdução) onde a motivação e os objectivos que serviram de base para este trabalho são explicados;
- Capítulo 2 (Trabalho Relacionado) que apresenta a revisão bibliográfica feita para esta Dissertação, nas áreas de Sistemas Distribuídos e Sistemas de Informação Geográfica;
- Capítulo 3 (Desenvolvimento do GEOSYC) explica as decisões tomadas e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema implementado e ainda os vários passos que foram dados para atingir os objectivos desta Dissertação;
- Capítulo 4 (Prova de Conceito) referente ao caso de estudo considerado para esta Dissertação e os testes de usabilidade realizados;
- Capítulo 5 (Conclusão e Desenvolvimento Futuro) resume as inferências desta Dissertação e sugere novas ideias a considerar num trabalho futuro.

2. Trabalho relacionado

Sistemas Distribuídos são sistemas que permitem, entre várias coisas, que pessoas em diferentes lugares exerçam actividades ao mesmo tempo. A colaboração é um caso particular desse conjunto de actividades, onde é desenvolvido um trabalho conjunto entre especialistas que se coordenam e cooperam na análise de dados ou objectos partilhados, com vista a atingir um determinado objectivo. A Geocolaboração refere-se à colaboração necessária em actividades que envolvam referência geográfica, que pode ser dividida conforme o seu tempo de execução, em Assíncrona ou Síncrona. Em Geocolaboração Síncrona, é preciso uma infra-estrutura que sirva de base para a interacção entre os seus participantes, que garanta não só a comunicação mas também a constante actualização de dados após a acção de um participante. É neste sentido que se recorre aos componentes dos Sistemas Distribuídos, de modo que, assentes numa arquitectura específica, combinados com as tecnologias dos Sistemas de Informação Geográfica, construam um sistema capaz de responder positivamente aos requisitos que a Geocolaboração Síncrona exige.

Neste contexto, procedeu-se a uma análise de trabalhos efectuados nas áreas de Sistemas Distribuídos e de Sistemas de Informação Geográfica num contexto colaborativo. No final do capítulo discutem-se os aspectos mais importantes e a reter destas duas áreas, nomeadamente quais os elementos e factores chaves que um sistema Geocolaborativo Síncrono deve conter.

2.1 COLABORAÇÃO SÍNCRONA EM SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

A realização deste trabalho exige que seja feito um estudo do estado de arte dos Sistemas Distribuídos, mais propriamente que tipos de componentes devem ser considerados para servir de suporte à implementação de um ambiente síncrono na Geocolaboração. Nas secções que se seguem serão identificadas as mais importantes vertentes deste tipo de sistemas e que se consideram úteis para o Sistema que se pretende desenvolver. Simultaneamente serão avaliados vários projectos com a intenção de retirar o que melhor se adequa em relação ao sistema que se pretende implementar.

2.1.1 CONCEITO E AMBIENTE

Para Preguiça (2005b) “um sistema distribuído é um conjunto de componentes hardware e software interligados através de uma infra-estrutura de comunicação, que cooperam e se coordenam entre si apenas pela troca de mensagens, para execução de aplicações distribuídas”. Um dos principais pressupostos de um sistema distribuído é garantir que o acesso à informação por parte do utilizador é efectuado como se de um sistema simples se tratasse. Para tal, é preciso enquadrar as suas componentes numa arquitectura capaz de responder eficazmente aos requisitos do sistema. Esta análise será feita na secção seguinte.

Há dois tipos de rede que oferecem suporte aos sistemas distribuídos: as redes físicas e as redes sem fios (*wireless*). As redes sem fios têm algumas limitações a nível de comunicação, em comparação com as redes físicas, tais como largura de banda, latência ou estabilidade da conexão (Kortuem *et al.*, 2001). Os dispositivos móveis que usufruem deste tipo de redes possuem igualmente limitações, comparados com os computadores de secretária, sendo os principais problemas: uma bateria finita e limitada, ecrãs pequenos e menor capacidade de processamento e de armazenamento de dados (Kortuem *et al.*, 2001).

Como já foi referido, existem dois diferentes tipos de ambientes nas aplicações: os ambientes assíncronos e síncronos. A distinção deste tipo de ambientes passa pela interacção que

cada um suporta. Nas aplicações síncronas, os utilizadores acedem e manipulam dados partilhados em tempo real. Para tal várias aplicações deverão ser simultaneamente executadas em diferentes máquinas, para manter as réplicas dos dados partilhados (Preguiça *et al.*, 2005a). Esta definição vai de acordo com a descrição do termo sincronização exposto por Birmane e Joseph (1987), para caracterizar um ambiente síncrono como aquele onde a entrega das mensagens, a falha dos processos, a recuperação e outros eventos ocorrem da mesma forma em todo o lado. É este ponto que faz diferir uma aplicação síncrona de uma aplicação assíncrona, já que nesta última os seus utilizadores colaboram sem ter conhecimento imediato das acções efectuadas por outros utilizadores, devendo inclusive ter livre acesso aos dados partilhados (Preguiça *et al.*, 2000 e 2005a).

O objectivo das aplicações de grupo síncronas passa pela partilha de espaço de trabalho que os utilizadores usam para comunicar e cooperar durante uma sessão (Simão *et al.*, 1997). Num ambiente síncrono, cada processo pode facilmente manter uma vista consistente sobre outro processo dado que todos estão no mesmo ponto de execução (Birmane e Joseph, 1987). Contudo, nem sempre é possível garantir que todos os processos irão receber todas as modificações ao mesmo tempo. Embora esta vertente do controlo de concorrência seja abordada posteriormente, pode-se desde já concluir que as cooperações síncronas e assíncronas não devem ser vistas com duas alternativas mas sim como complementares uma da outra, visto que, na realidade, alterna-se o trabalho assíncrono com pequenos períodos síncronos (Simão *et al.*, 1997). Um exemplo disso é o desenho proposto por Geyer *et al.* (2003), onde não é feita uma distinção entre tipos de colaboração síncrona ou assíncrona, garantindo sempre acesso ao objecto partilhado, estando a natureza do trabalho apenas dependente da presença ou não, dos colaboradores ao mesmo tempo. É nesta perspectiva que este trabalho surge, de acrescentar actividades síncronas que se complementem com as actividades assíncronas previamente desenvolvidas por Rodrigues (2009) com o intuito de contribuir para a Geocolaboração. Com vista à implementação dessas ferramentas síncronas, descritas anteriormente, realiza-se a seguir uma análise das vertentes mais importantes em Sistemas Distribuídos, começando pela arquitectura.

2.1.2 ARQUITECTURAS

A arquitectura de um sistema consiste na escolha de uma estrutura que, tanto no presente como no futuro, sirva de base à obtenção do melhor desempenho nas interacções das suas componentes. Deve-se ter igualmente em conta factores como a adaptabilidade, o custo, a gestão e fiabilidade do sistema (Preguiça, 2005b). Numa perspectiva de suporte à Geocolaboração, Cai (2005) defende uma arquitectura cujo modelo tenha em conta as especificações de um SIG, as aplicações em grupo e uma integração dinâmica de ambas com base nas tarefas a desenvolver.

O modelo mais comum e usado na prática é o de um servidor central (Cai, 2005; Preguiça, 2005b; Simão *et al.*, 1997; Wood *et al.*, 1995). Assente no paradigma cliente / servidor, esta arquitectura é fácil de implementar e de simples interacção (Simão *et al.*, 1997) embora revele dificuldades ao nível da tolerância a falhas e da escalabilidade (Preguiça, 2005b). Sendo o servidor ponto de falha único (isto é, em caso de falha o sistema fica inoperacional), traduz-se num sistema pouco escalável, limitado a um determinado número de clientes (Preguiça, 2005b). Um servidor central pode sofrer um potencial estrangulamento na passagem de grandes quantidades de dados (Wood *et al.*, 1995). Uma aproximação é o uso de um servidor replicado que consiste num grupo activo de servidores que replicam objectos e/ou serviços (Simão *et al.*, 1997).

Embora se considere positivo transferir a complexidade das funções existentes no servidor para o cliente, existem factores como a latência¹ ou flexibilidade que se devem ter igualmente em conta. É neste contexto que surge a proposta sugerida por Simão *et al.* (1997), de ter um grupo de utilizadores por objecto, onde cada ambiente local guarda uma réplica de cada objecto que está a ser modificado por um grupo de utilizadores. A tolerância a falhas será melhorada com esta medida, visto que o sistema estará disponível e os dados salvaguardados desde que um membro esteja operacional. Contudo, esta opção levanta problemas a nível de consistência.

¹ A latência é o tempo que um pacote demora a atravessar a rede. É principalmente importante em protocolos síncronos dado que deve-se saber que um pacote chegou antes de enviar o próximo (Dictionary, 2009).

Redes *ad hoc* são definidas como redes descentralizadas, auto-organizadas, compostas por nós que cooperam para dinamicamente estabelecer comunicação (Kortuem *et al.*, 2001). Os processos colaborativos evoluem de actividades em comunicação não estruturada, como são o caso das redes *ad hoc*, para tipos mais formais e estruturados de colaboração (Geyer *et al.*, 2003). Normalmente estas são redes sem fios, sofrendo com isso as limitações referidas na secção anterior.

Os sistemas *ad hoc* colaborativos, principal alvo no novo paradigma proposto por Kaminsky e Bischof (2002), o M2MI², são definidos por múltiplos utilizadores com dispositivos computacionais (impressoras, câmaras e sensores) onde todos participam simultaneamente com liberdade para entrar e sair do sistema, sem necessidade de configuração. Esta liberdade é um dos motivos que Kaminsky e Bischof defendem para não se usar um servidor central neste tipo de rede, pois a mesma seria restringida. O outro motivo é que os dispositivos nem sempre têm alcance para captar uma rede sem fios de um ponto de acesso.

Os sistemas móveis são vistos por Kortuem *et al.* (2001) como sistemas par – a – par (P2P, do conceito inglês *Peer-to-Peer*). Os autores definem estes sistemas como sistemas móveis pessoais que interagem durante curtos períodos para assim trocarem dados numa rede sem fios. P2P refere-se a uma rede cuja comunicação é feita directamente entre os clientes, não confiando em servidores, onde cada nó pode iniciar e completar uma transacção com qualquer outro nó, reduzindo assim o problema do congestionamento (Zhu *et al.*, 2007). Contudo existem algumas funcionalidades que uma arquitectura P2P teria dificuldades em suportar, tais como uma gestão de uma conferência ou manter versões consistentes, devendo estas funcionalidades estarem alocadas num servidor central (Li *et al.*, 2004). Se o objectivo passar por uma arquitectura pouco fiável mas eficiente e com boa largura de banda, P2P torna-se a melhor solução, visto não sobrecarregar o servidor, potenciando a escalabilidade e evitando o problema de ponto de falha único (Preguiça, 2005b).

Na análise feita a este tipo de arquitecturas, Li *et al.* (2004) apontam uma vantagem e uma desvantagem. Visto que a transferência de ficheiros é um dos principais pressupostos deste tipo de arquitecturas, ela traduz-se numa das maiores vantagens em relação à tradicional rede cliente/servidor, já que a transferência é feita numa comunicação directa entre os utilizadores.

² M2M é a sigla de *Many-to-Many Invocation* proposto por Kaminsky e Bischof (2002) como novo paradigma para a construção de sistemas colaborativos em redes *ad hoc*.

Uma desvantagem deste tipo de redes é a existência de algumas funções específicas que têm de estar alojadas do lado do servidor. Uma arquitectura P2P replicada é igualmente possível e está presente no sistema apresentado por Geyer *et al.* (2003). Os autores acreditam que não existe uma resposta definitiva sobre se devem usar P2P ou uma solução baseada num servidor central, pois as vantagens da primeira opção inviabilizam os benefícios da segunda.

2.1.3 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Com os objectivos do trabalho definidos e após uma análise dos vários tipos de arquitecturas relevantes e respectivos componentes, existem uma série de vertentes a ter em consideração no desenvolvimento de um sistema distribuído num contexto colaborativo. Tendo em mente que diferentes aplicações de grupo exigem diferentes soluções (Preguiça *et al.*, 2000) faz-se um levantamento de algumas das mais importantes vertentes deste sistema, começando pelo controlo de concorrência.

A Concorrência é vista como a garantia que um conjunto de vários processos consiga actuar ao mesmo tempo e ainda que um processo continue a executar assincronamente mesmo que este envie uma mensagem a informar os restantes da ocorrência de algum evento (Birman e Joseph, 1987). A necessidade de consistência é introduzida pela concorrência e pelas possíveis falhas destes sistemas com o objectivo de garantir uma exactidão global (Birman e Joseph, 1987). Em processos de colaboração a partilha de dados é uma constante. Contudo, manter a consistência nos dados replicados numa arquitectura que suporte colaboração assíncrona em tempo real não é uma tarefa fácil (Geyer *et al.*, 2003). O problema da consistência existente na partilha de dados é que as cópias de um objecto partilhado podem ser modificadas conduzindo à inconsistência (Kortuem *et al.*, 2001). Isso deve-se ao facto de cada ambiente local possuir uma réplica de todos os objectos que estão correntemente a trabalhar ou a aceder (Simão *et al.*, 1997).

Defende-se a existência de mecanismos que garantam, às pessoas que estão a colaborar em tempo real, consistência nos objectos partilhados. Na solução apresentada, Geyer *et al.* (2003) recorrem à serialização para estabelecer casualidade e convergência. A ideia da serialização é garantir que o conjunto de operações de que um determinado objecto foi alvo seja sempre executado pela mesma ordem. Os autores identificam o principal problema do uso de estampilhas

temporais que se prende com o facto de todos relógios estarem sincronizados, o que causa muitas vezes uma sobrecarga administrativa. Como alternativa, sugerem um algoritmo cuja ideia é levar todos os colaboradores a armazenarem, para cada objecto partilhado, o histórico de todas operações locais e remotas efectuadas. Este algoritmo tem como vantagem o facto de não ser necessária comunicação adicional entre os parceiros, além de ser robusto e escalável. Como principais desvantagens aparecem a memória necessária para guardar os históricos e ainda o tempo de processamento para recalcular o estado da aplicação.

Além do problema de como garantir que todas as réplicas evoluam como esperado, Preguiça *et al.* (2000) identificam o problema de respeitar as intenções dos utilizadores, apresentando um conjunto de tipos de ordem que podem ser impostas de modo a garantir o mesmo estado para todas as réplicas. Se não houver qualquer tipo de ordem definida, isto é, Sem Ordem, os componentes executam as actualizações após as terem recebido, com a consequência de diferentes réplicas apresentarem as mesmas modificações por ordens diferentes. A Ordem Causal faz com que as modificações no objecto sejam reflexo de acções anteriores. Esta ordem é aplicada, por exemplo, na troca de mensagens numa conferência. A Ordem FIFO (*First In First Out*) garante que as mensagens de um processo são entregues em todos os restantes processos pela sua ordem de emissão. Por fim, a Ordem Total implica executar as modificações pela mesma ordem em todas as réplicas, sendo os eventos de uma dada agenda um exemplo onde é imposta esta ordem. Em muitas situações, é preferível optar por uma aproximação optimista, aplicando logo as modificações, assumindo que não houve qualquer modificação anterior.

Outra característica não menos importante dos sistemas distribuídos é a Sensibilidade, isto é, a noção precisa de qual é o estado em que se encontra o espaço de trabalho partilhado (Simão *et al.*, 1997). Em ambientes colaborativos os utilizadores devem estar não só cientes do progresso dos outros colaboradores como também devem fornecer informação apropriada sobre as suas actividades, de modo que todos se possam entender e coordenar em prol dos objectivos da equipa

(Li *et al.*, 2004). Segundo Convertino *et al.* (2007), esta sensibilidade e coordenação é mais importante num sistema colaborativo do que o suporte do Terreno Comum³. A importância da sensibilidade foi igualmente considerada por Preguiça *et al.* (2000), dado que as contribuições individuais em actividades colaborativas podem ser melhoradas, se houver uma percepção das actividades de todo o grupo. Em aplicações de grupo síncronas, Simão *et al.* (1997) defende uma sensibilidade com tempos de resposta imediatos ou curtos, visto que os utilizadores não consideram aceitável esperar muito tempo. Para tratar a sensibilidade da informação gerada pela execução de actualizações, Preguiça *et al.* (2000) sugerem duas implementações, uma baseada em notificações, com a propagação da informação através de um protocolo (como o e-mail ou mensagens SMS/pager) e outra baseada num feedback partilhado. Nesta implementação os componentes guardam a informação de maneira a que ela seja automaticamente mantida nos documentos, recorrendo para isso a relatórios de mudanças ou ao simples uso de várias cores.

O nível de sensibilidade esperada é analisado por Preguiça *et al.* (2005a) conforme o tipo de ambiente em questão. Em Ambientes Síncronos, os utilizadores esperam ter conhecimento imediato das modificações protagonizadas pelos outros utilizadores, com propagação de todas as operações. Em Ambientes Assíncronos, as expectativas dos utilizadores é de que trabalham isoladamente, isto é, sem conhecimento das alterações produzidas por outros utilizadores. Outro aspecto a ter em conta é que em definições síncronas os utilizadores esperam ter um feedback imediato das suas acções, logo é necessário proceder a uma disseminação de informação precisa e detalhada a todos os utilizadores presentes. A granularidade das operações é portanto diferente, devendo ser pequena para ambientes síncronos e grande para assíncronos. A reconciliação, como técnica para lidar com a inconsistência, é igualmente tratada de maneira diferente conforme o ambiente em questão. Os autores terminam esta análise concluindo que um sistema para suportar interações síncronas e assíncronas deve fornecer diferentes técnicas de sensibilização e reconciliação para cada definição. Por exemplo, num editor de texto, a técnica de reconciliação passa por transformações operacionais no modo síncrono ou o uso de várias versões no modo assíncrono.

³ Terreno Comum significa um conjunto de conhecimentos, crenças e suposições que os participantes de um sistema colaborativo acreditam que devem partilhar. Mais informação na secção 2.2.4

Em vários sistemas colaborativos todos os dispositivos precisam de Comunicar (Kaminsky e Bischof, 2002). Os sistemas de comunicação base são feitos através de protocolos da camada de transporte: ou através do protocolo TCP (acrónimo para o inglês *Transmission Control Protocol*) numa forma fiável de Comunicar por um fluxo contínuo de dados; ou através do protocolo UDP (acrónimo para o inglês *User Datagram Protocol*) através de pacotes de mensagens que muitas vezes se perdem, duplicam ou chegam fora de ordem (Preguiça, 2005b). Este protocolo tem ainda a desvantagem de estar bloqueado por *firewalls* em várias organizações (Geyer *et al.*, 2003). A Comunicação na implementação de (Simão *et al.*, 1997) é feita com base em serviços protocolares disponibilizados ao utilizador em interfaces tanto para enviar como para ser notificado da recepção de uma mensagem. O RMI (*Remote Method Invocation*) pode ser visto como uma abstracção orientada a objectos em comunicações ponto – a – ponto, pois a invocação de um método não é mais do que o envio de uma mensagem e recepção da sua resposta (Kaminsky e Bischof, 2002). O RMI é uma linguagem única, aplicável a diferentes plataformas, garantindo um modelo de objectos global além de um único sistema de tipos (Preguiça, 2005b). Este método tem como desvantagem a pré-compilação e a implantação de classes na proxy além de ter que ser feito um download das mesmas, correndo alguns riscos de segurança (Kaminsky e Bischof, 2002).

2.2 GEOCOLABORAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Nas próximas secções explica-se como os conceitos de colaboração georeferenciada (Geocolaboração) e de Sistemas de Informação Geográfica se relacionam, oferecendo uma visão sobre os vários aspectos que uma plataforma conceptual deve conter para a realização da Geocolaboração. No final serão apresentadas algumas aplicações com base colaborativa.

2.2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas de informação computacionais que permitem a captura, modelação e armazenamento de dados referenciados geograficamente assim como a sua manipulação com o objectivo de os apresentar ou partilhar entre indivíduos ou organizações. Esta visão global é oferecida por Worboys e Duckham (2004), que definem Sistemas de Informação como uma associação de pessoas, máquinas, dados e procedimentos que trabalham colectivamente para gerir e coleccionar informação que seja relevante tanto a nível individual como organizacional. Os mesmos autores destacam algumas das várias funcionalidades dos SIG. Assim, referem que um SIG poderá ser útil para combinar várias fontes de informação numa só vista ou mesmo para integrar dados de diferentes fontes com o objectivo de gerar nova informação. Os SIG podem igualmente ser utilizados na análise de terreno e na gestão de redes ou para determinar a melhor localização geográfica para um determinado serviço.

Os SIG podem ainda ser considerados no contexto de um processo que integra pessoas e tecnologia no sentido de gerir, transformar e analisar dados espaciais para a resolução de problemas ambíguos (Walsh, 2007). Estes sistemas oferecem assim suporte a tomadas de decisões de carácter espacial em grupo, recorrendo a técnicas de visualização geográfica para explorar, inicialmente, os dados disponíveis e, posteriormente, os resultados intermédios (Convertino *et al.*, 2005). Um SIG Distribuído usa técnicas de computação distribuída e normas da Internet para cumprir os objectivos de um sistema que manipula informação georeferenciada. Este conceito é introduzido por Cai (2005), que acrescenta que as suas principais funções devem ser a partilha tanto de dados geográficos como de ferramentas para o processamento de informação geográfica entre as organizações, os seus criadores e utilizadores comuns.

Esta noção de permitir que utilizadores geograficamente distribuídos possam visualizar e explorar informação espacial em comum vai de acordo com o conceito de Ambientes Geográficos Virtuais (AGV), referido por (Zhu *et al.*, 2007) cuja ideia é representar e simular ambientes geográficos centrados no ser humano. É igualmente referido neste artigo que, com o crescente interesse na colaboração por parte de companhias e organizações de investigação, surgem os Ambientes Geográficos Virtuais Colaborativos (AGVC) como resultado destes sistemas virtuais que exploram informação geográfica. Estes sistemas assentam em duas componentes fulcrais: arquitectura de sistemas distribuídos e ambientes de partilha virtual.

O termo Visualização é abordado por Wood *et al.* (1995). Para eles, a Visualização é a chave em processos de análise, dado que cada membro de uma equipa de investigação necessita de visualizar os resultados e partilhar a sua interpretação com o resto da equipa. A Visualização é vista ainda como uma técnica avançada no estudo da interacção pessoa máquina, fornecendo um paradigma na exploração de informação geográfica (Zhu *et al.*, 2007). Por fim, a Visualização está implicitamente ligada à criação de Sistemas de Múltiplas Vistas com o intuito de ajudar o utilizador a compreender informação mais complexa, mostrando-a em diferentes perspectivas. A origem destes sistemas é tratada por (Convertino *et al.*, 2005), que revela algumas linhas de orientação e áreas de interacção que se devem ter em conta, na combinação destes sistemas no desenho de aplicações para sistemas colaborativos. Estas linhas de orientação são descritas na secção 2.2.3, enquanto a análise às áreas de interacção é somente feita na secção 2.2.4.

2.2.2 SISTEMAS COLABORATIVOS

Trabalho Cooperativo Suportado por Computadores (CSCW, do conceito em inglês *Computer Supported Cooperative Work*) designa o uso de sistemas de computadores por pessoas para trabalharem cooperativamente em tarefas comuns (Simão *et al.*, 1997). O desenho de sistemas colaborativos em tempo real é visto como uma subclasse do CSCW que fornece um espaço virtual a um pequeno grupo de pessoas para realizar tarefas específicas, partilhar responsabilidades, objectivos e decisões embora distantes em termos de espaço (Li *et al.*, 2004). É igualmente importante, para a tomada de decisões colaborativamente, que os participantes tenham total percepção das acções efectuadas por todos os outros participantes envolvidos (Cai, 2005; Preguiça *et al.*, 2000). Esta ideia base, essencial em ambientes síncronos, tem de ser garantida pelo próprio sistema, ao implementar um meio neutro de modo que todos os participantes tenham igual oportunidade para contribuir (Marjanovic, 1999).

O uso do Espaço no desenho de CSCW é discutido por Harrison e Dourish (1996), que analisam as diferenças nas noções de Espaço e de Lugar e ainda definem Modelos Colaborativos Espaciais. Para eles, estes modelos, organizados com base em aspectos do Espaço, poderão retratar o comportamento humano e suas interacções no mundo físico, constituindo ferramentas a

ter em conta no desenho de soluções colaborativas. A noção de Lugar é igualmente importante no desenho de uma estrutura conceptual para sistemas geocolaborativos (Antunes e André, 2006).

Para Harrison e Dourish (1996), o Espaço é a estrutura do mundo. É um ambiente tridimensional, no qual ocorrem objectos e eventos, possuindo posições e direcções relativas. Este ambiente de trabalho é um espaço de actividade (salas de conferência, laboratórios de computadores, etc.) cujo sucesso depende, muitas vezes, da transferência de comportamentos tidos em ambientes reais para ambientes virtuais (MachEachren *et al.*, 2008).

A noção de Lugar é interpretada em diferentes contextos, sendo menos valorizada em situações de grupo e mais importante quando os utilizadores se movem para adquirir dados geograficamente referenciados (Antunes e André, 2006). Para Harrison e Dourish (1996), o Lugar é um Espaço onde são esperados determinados comportamentos, conforme o tipo de cultura existente, podendo ainda ter propriedades temporais. Contudo, os autores realçam que Espaço é diferente de Lugar, alegando que o Espaço é uma parte da matéria onde um Lugar pode ser construído. Afirmam mesmo que o Espaço pode servir para diferentes Lugares em alturas distintas pois estamos colocados no Espaço mas agimos no Lugar.

Na análise feita por Marjanovic (1999) sobre como aprender e ensinar em ambientes de colaboração, este define Tecnologias Colaborativas como tecnologias de informação especialmente desenhadas para suportar e enaltecer a interacção humana e o trabalho de equipa. Essas tecnologias podem ser Assíncronas ou Síncronas. As Tecnologias Assíncronas validam o conceito de “qualquer – hora, qualquer – lugar”, garantindo tempo suficiente tanto para pesquisar como para rever qualquer intervenção. Por seu lado, as Tecnologias Síncronas exploram antes a ideia de “mesma – hora, mesmo – lugar” ou “mesma – hora, qualquer – lugar”, acelerando os processos de planeamento, resolução e tomada de decisão.

Este paradigma tempo / lugar está presente no modelo que é normalmente usado pelo CSCW (Wood *et al.*, 1995). Este modelo ajuda a posicionar diferentes actividades em quadrantes distintos, conforme o tempo e lugar em que decorrem. Existem sistemas que se inserem perfeitamente no quadrante “mesmo – tempo, mesmo – lugar”, como é o caso das reuniões. Contudo, por causa das necessidades do dia-a-dia, muitas actividades tem de ser realizadas em diferentes lugares e, em alguns cenários, até em diferentes alturas. Um exemplo de uma actividade que se enquadra no conceito “ qualquer – hora, qualquer – lugar” é o envio de correio

electrónico (*e-mail*). Essa actividade pode ser feita em qualquer altura por um dispositivo que tenha acesso à Internet, independentemente do lugar. Por outro lado, uma vídeo-conferência já não pode ser feita se todos os intervenientes não estiverem conectados ao mesmo tempo. Esta actividade insere-se no quadrante referente à “mesma – hora, diferente – lugar”. O modelo que distribui as diferentes actividades pelos quadrantes respectivos está apresentado na figura 2.1:

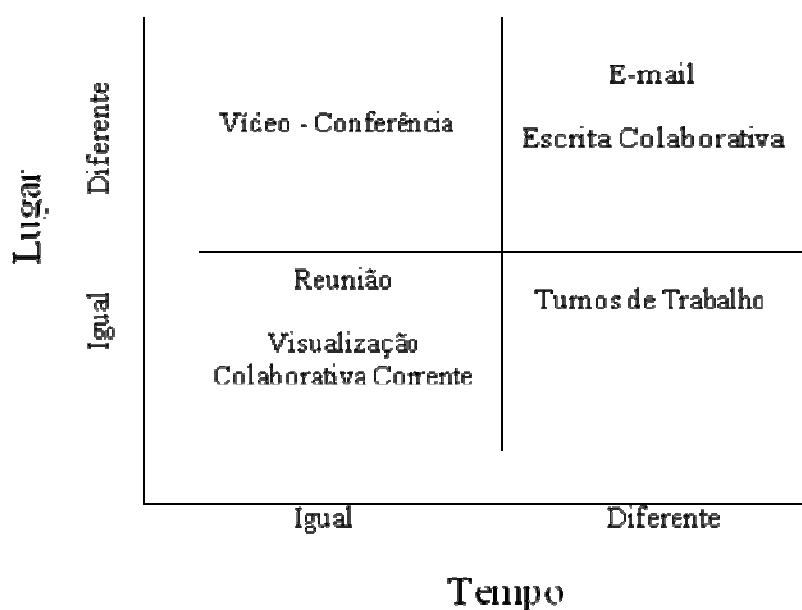


Figura 2.1 – Modelo tempo / lugar do CSCW (Wood *et al.*, 1995), onde se exemplifica algumas situações passíveis de colaboração conforme o paradigma tempo / lugar.

2.2.3 GEOCOLABORAÇÃO

A Geocolaboração dá-se no seio de um grupo que executa tarefas colaborativas complexas, e é caracterizada pelo envolvimento de vários especialistas a trabalhar coordenadamente em diferentes lugares, obtendo e interpretando dados geograficamente relacionados e mapeando-os para representações significativas (Antunes e André, 2006). Esta definição é, na sua generalidade, alvo de concordância (Cai, 2005; Convertino *et al.*, 2005 e 2007; MacEachren *et al.*, 2008; Zhu *et al.*, 2007). A possibilidade do trabalho ser realizado no

mesmo local e em diferentes ou iguais espaços temporais deve ser igualmente considerada (Zhu *et al.*, 2007).

No campo da investigação, a Geocolaboração é vista como o estudo destes grupos de trabalho, juntamente com o desenvolvimento de métodos e ferramentas que facilitem o trabalho dos mesmos (MacEachren *et al.*, 2008). A pesquisa em ferramentas para a Geocolaboração advém de investigações feitas em SIG, Visualização de informação geográfica e CSCW (Convertino *et al.*, 2007). O estudo da Geocolaboração envolve vários aspectos, desde os participantes à organização, passando pela mediação das tarefas, do contexto dos problemas e do ambiente envolvente (Zhu *et al.*, 2007).

MacEachren (2001) oferece uma visão sobre as actividades colaborativas Assíncronas e Síncronas. Refere que a maior parte do trabalho efectuado em ambientes que suportam Geocolaboração Assíncrona ocorre no contexto da Participação Pública em SIG (PPGIS, do conceito em inglês *Public-Participation Geographic Information System*). Os trabalhos relacionados com PPGIS têm-se voltado não só para a construção de ferramentas que facilitem a participação pública em tomadas de decisão a nível geográfico, como também no envolvimento de comunidades locais com o intuito de colectar dados gerados localmente e que não existem nas bases de dados do governo. O autor especifica três tipos de mapas para tomadas de decisão suportada por computadores (CSDM, acrónimo de *Computer Supported Decision Making*) onde se destacam os Mapas Argumentativos (*Argumentation Maps*) que estabelecem uma dupla relação entre objectos geográficos e seus argumentos. O objectivo destes Mapas Argumentativos é suportar discussões sobre referências geográficas e fornecer acesso visual em debates (Rodrigues, 2009, pp. 22-23).

Em relação às actividades Geocolaborativas Síncronas, MacEachren (2001) divide-as em duas categorias: suporte à decisão georeferenciada em grupo e suporte à ciência. A decisão georeferenciada em grupo suporta ferramentas que são complementares às existentes em ambientes assíncronos, ou seja, a ideia de facilitar o acesso, a negociação e tomada de decisão referente a uma dada informação é similar. Diferem na infra-estrutura tecnológica necessária para lidar com actividades em tempo-real com participantes distribuídos e onde a interacção humana não pode ser esquecida. O aspecto humano na colaboração à distância é relatado na próxima secção. Os papéis dos intervenientes são igualmente divergentes, já que os ambientes Síncronos tem como objectivo servir técnicos e especialistas.

O conceito de Equipa é alvo de uma análise completa por parte de (Convertino *et al.*, 2005). Para eles, uma Equipa é um conjunto de duas ou mais pessoas interagindo dinamicamente, interdependentemente e adaptando-se em torno de um objectivo comum. Cada membro tem uma função ou tarefa específica a desempenhar num determinado limite de tempo. Uma equipa funciona a dois níveis: Colectivo e Individual. No Nível Colectivo, são definidas as regras e as tarefas a realizar e é feita a distribuição de recursos e ferramentas para a realização das mesmas tarefas. No Nível Individual são executados pequenos aspectos, próprios de cada tarefa. Estes níveis de abstracção, a par de haver vários atributos (cores, imagens) ou ainda os utilizadores poderem ter diferentes perfis⁴ constituem uma das linhas de orientação dos Sistemas de Múltiplas Vistas, que é a regra da Diversidade. Esta regra assume a sua importância pelo facto que se o sistema for só de uma vista, compreender e assimilar vários dados causa enorme sobrecarga para o utilizador, muitas vezes pouco relevante para suas necessidades. A outra linha de orientação a ter em conta na criação destes sistemas é a regra da Complementaridade, dado que múltiplas vistas ajudam a realçar as correlações e disparidades do sistema e ainda a compreender relações complexas entre conjuntos de dados. A razão desta regra pode ser, uma vez mais, vista pelo lado contrário, isto é, um sistema que contenha uma só vista. Se assim fosse, um utilizador teria que extrair e memorizar componentes que quisesse comparar, o que se tornaria complicado de manter cada vez que trocasse de visualização. A comparação visual é muito mais eficiente e fácil de acompanhar que uma comparação baseada na memória.

2.2.4 PLATAFORMA PARA APLICAÇÕES GEOCOLABORATIVAS

Para Antunes e André (2006), no desenvolvimento de uma plataforma conceptual para suportar o desenvolvimento de aplicações colaborativa, é preciso ter em conta a sua aplicação a um caso do mundo real. Desta forma, é importante que se identifique, na estrutura a desenvolver, qual é a informação mais interessante, além de como os requisitos da mesma podem ser obtidos e aplicados. Os autores apresentam um esboço dos elementos básicos de uma plataforma conceptual, tal como é ilustrado na figura 2. Os quatro elementos básicos de uma plataforma conceptual são as Equipas, as Tarefas, os Artefactos e o Lugar. As Equipas manipulam os

⁴ O perfil de um utilizador diz respeito a um conjunto de factores que o definem, tais como a sua função, o seu saber ou até as suas preferências.

Artefactos para realizar Tarefas em certos Lugares. A combinação destes elementos é suficientemente abstracta para permitir as modalidades mais comuns que se encontram em aplicações de grupo, desde uma Equipa a trabalhar no mesmo local como várias Equipas a trabalhar em diferentes locais. O mesmo argumento se aplica aos Artefactos e as Tarefas. Estes dois últimos elementos estão ligados por uma Capacidade Colaborativa cujo significado implica identificar várias categorias de melhoramento na capacidade de criação de um significado. A nível de desenho esta Capacidade de Colaboração significa uma implicação: o desenvolvimento de Artefactos partilhados que suportem Tarefas combináveis é preferível aos Artefactos individuais já que o trabalho se torna independente de constrangimentos geográficos⁵. Independentemente de qualquer lugar surge o Conhecimento Georeferenciado⁶, cuja relação com os Artefactos é traduzida por uma Criação de Sentido⁷. A Criação de Sentido foi definida como um processo capaz de criar uma ordem e fazer uma retrospectiva do que já ocorreu. Contudo, a nível colaborativo, deve ser visto como a capacidade de entender uma dada situação. A presença deste elemento na plataforma conceptual introduz mais uma implicação a nível de desenho: os Artefactos devem suportar mecanismos necessários para obter significado contextual, tais como pesquisa, navegação, visualização ou resumo de informação georeferenciada.

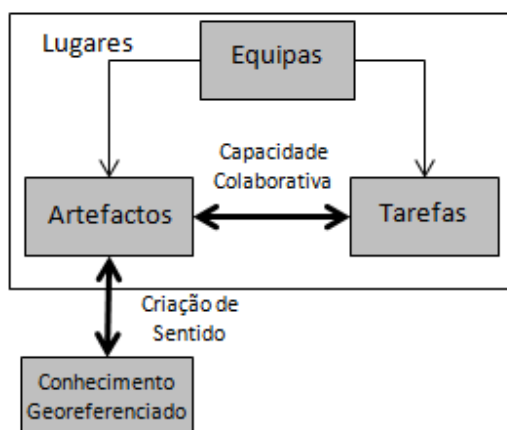


Figura 2.2 – Plataforma conceptual (Antunes e André, 2006). É no lugar que as equipas manipulam os artefactos e realizam tarefas. Os artefactos e tarefas desenvolvem uma capacidade colaborativa para resolver constrangimentos geográficos. Independentemente de qualquer lugar está o conhecimento georeferenciado, que ao relacionar-se com o artefacto atribui, a uma dada situação, uma criação de sentido.

⁵ Entende-se por constrangimentos geográficos as deslocações do escritório ao campo e vice-versa, que se traduz em custos de tempo e dinheiro.

⁶ Um conhecimento partilhado precisa necessariamente de estar associado a referências geográficas e ser mediado através de artefactos.

⁷ Tradução aproveitada de Russo *et al.* (2008) para a palavra *Sensemaking*.

Existe um conjunto de aspectos intrínsecos a estes quatro elementos e que se devem ter sempre em conta na construção destas plataformas (Antunes e André, 2006). Um deles é que a performance da equipa será tanto melhor quanto maior for a capacidade do sistema para permitir a Partilha de Conhecimento entre os seus membros, reduzindo assim a necessidade de Comunicação extra e coordenação explícita (Convertino *et al.*, 2005). Esta necessidade de Partilha de Conhecimento é também mencionado por Walsh (2007) que acrescenta que os softwares colaborativos necessitam de oferecer suporte, não só a interações informais, como também à tomada de decisões numa estrutura contextual. A capacidade do sistema permitir troca de dados geográficos, mapas e imagens é essencial para tornar a Geocolaboração possível sob a condição “mesmo – tempo, diferente – lugar” (MacEachren, 2001). Um dos problemas das plataformas mais genéricas é não inclui aquilo que é o conceito chave da Geocolaboração: as referências geográficas (Antunes e André, 2006).

Clark (1996) afirma que uma actividade (uma simples conversa, por exemplo) consiste em acções conjuntas e individuais dos participantes dessa mesma actividade. A junção destas acções requer coordenação de ambas no contexto da actividade e no processo onde essa actividade se desenrola. No seguimento da sua análise, o autor afirma que o ponto de partida para que haja coordenação é a existência de um Terreno Comum (do conceito inglês *Common Ground*). O Terreno Comum é assim um conjunto de conhecimentos, crenças e suposições que os participantes acreditam que devem partilhar. Este conceito torna possível a compreensão das intenções de quem está a transmitir uma mensagem, tornando claro o significado de um discurso para todos que o estão a escutar.

Para construir um Terreno Comum eficiente, existem duas características fundamentais: fornecer suporte à construção e Partilha de Conhecimentos estratégicos a nível colectivo e permitir várias formas de difusão desse conhecimento (Convertino *et al.*, 2005). A Comunicação torna-se mais eficiente na presença de um Terreno Comum (Convertino *et al.*, 2005) e este pode igualmente contribuir para um maior sucesso nas tomadas de decisão (Walsh, 2007). A maior parte das ferramentas em ambientes de colaboração síncrona são mais viradas para a Comunicação (como salas de conversação ou vídeo-conferências) do que para colaboração mediada pelo computador (Marjanovic, 1999).

Em cenários de trabalho colaborativo, numa perspectiva Síncrona, todos os participantes têm computadores que estão conectados a uma rede local para a partilha de informação (Marjanovic, 1999). Este cenário vai de acordo com a sugestão para desenho de sistemas colaborativos em tempo real proposto por (Li *et al.*, 2004) que realça a importância de permitir aos utilizadores, geograficamente distribuídos, visualizar e desenhar (ou seja interagir) nos mesmo textos ou gráficos, imagens ou outro tipo de documento, através da Internet. O Modelo Colaborativo Espacial proposto por Harrison e Dourish (1996) também tem a sua importância no desenho destes ambiente colaborativos. Tendo em conta que muitos aspectos do nosso comportamento no dia-a-dia parecem estar organizados à volta de elementos espaciais então deve-se transportar estes padrões de comportamento para os ambientes virtuais, desenhando-os sob as mesmas condições de acção e interacção exibidas no mundo real.

Na Geocolaboração deve-se ter em conta o aspecto Humano, principalmente quando ela é realizada em diferentes lugares. MachEachren (2001) refere três aspectos a ter em conta no desenho de soluções geocolaborativas. O primeiro aspecto diz respeito às perspectivas e negociações que tanto individuais como grupos adoptam no domínio do problema. Defende que uma aplicação, para facilitar o trabalho de grupo, deve oferecer suporte à criação e alteração de perspectivas individuais assim como processos de negociação que conduzam à criação de perspectivas partilhadas. O segundo aspecto vai de encontro ao Modelo Colaborativo Espacial, proposto por Harrison e Dourish (1996), no que diz respeito à integração do comportamento dos participantes nas aplicações, introduzindo o conceito de Agente computacional como representante do actor humano. Um Agente não é mais que uma entidade que “vive” no ambiente podendo-se tornar muito vantajoso em ambientes versáteis, isto é, que permitam ao Agente comunicar com outros Agentes ou ainda exibir comportamentos autónomos baseados no seu conhecimento, percepções e interacções. O terceiro aspecto defendido por MachEachren diz respeito a usabilidade das ferramentas, defendendo que um sistema deve ter algumas funções particulares (explorar informação, gerar soluções alternativas e permitir a discussão de ideias) e ainda ser flexível (permitir aos utilizadores escolher ferramentas sem qualquer ordem, promover um acesso fácil e igual a ferramentas de visualização e ainda garantir espaços de trabalho público e privado).

Segundo Antunes e André (2006), uma plataforma para sistemas geocolaborativos deve assentar sobre dois requisitos fundamentais. O primeiro é interpretar e explorar os Factores

Humanos na Geocolaboração. O outro requisito é fornecer, a quem desenha e desenvolve estes sistemas, um tipo de linha mestra a seguir que ligue as necessidades do utilizador à obtenção das melhores soluções. No seguimento desta ideia, MachEachren *et al.* (2008) apresentam dois projectos em cujo desenvolvimento de métodos e ferramentas para suporte à Geocolaboração se adequam tanto a agentes humanos como a sistemas onde o homem interage com o computador. Os autores defendem ainda o uso de grandes ecrãs com interações naturais⁸ para uma larga visualização de mapas como forma de reduzir o tempo para uma equipa tomar uma decisão, visto que são fáceis de usar e o mapa pode ser actualizado com mais informação conforme os pedidos da equipa sem que esta perca a noção situacional. Estes projectos são apresentados na próxima secção.

No seguimento da Visualização referida no parágrafo anterior, Convertino *et al.* (2005) propõem três áreas de interacção entre Sistemas de Múltiplas Vistas e CSCW. A primeira área de acção é o conceito de Função dos intervenientes, isto é, a qualificação e responsabilidade de cada membro da equipa. Os dados de uma dada aplicação podem estar associados a diferentes interpretações e implicações desde que os membros de uma equipa tenham diferentes funções. A segunda área de interacção é a distinção entre Espaços de Trabalho Públicos e Privados, que está directamente ligada à decisão sobre quem é que poderá aceder à informação e controlar as várias vistas e ferramentas. Os investigadores acreditam que a publicação automática do trabalho pode não ser a mais adequada, visto que retira às pessoas a oportunidade de se expressarem pessoalmente, além de as desencorajar a usar este tipo de ferramentas para desenvolver ideias ainda em estudo. Por fim, a terceira área de interacção é sobre os Recursos Cognitivos, dado que o pensamento de uma equipa é diferente do individual, já que exige comunicação. Os autores acreditam que este processo de comunicação e a forma como as técnicas de visualização colaborativas o suportam pode ser a chave na combinação de Sistemas de Múltiplas Vistas e CSCW. Uma forma de comunicar é através de vídeo, abordado por Zhu *et al.* (2007) na análise aos AGVC. Este tipo de visualização pode ajudar os colaboradores a entenderem melhor as intenções de cada um, aperfeiçoando o conhecimento perceptivo e a eficiência do trabalho.

⁸ tocar no ecrã

2.2.5 APLICAÇÕES COLABORATIVAS COM BASE ESPACIAL

Ao longo das últimas secções analisou-se trabalho relevante para a elaboração desta Dissertação, no contexto dos Sistemas Colaborativos para actividades com uma base espacial. Neste contexto analisaram-se conceitos relevantes para a Geocolaboração tais como Espaço, Lugar e Equipa. Foi ainda descrito trabalho relacionado com o desenvolvimento de plataformas para as aplicações colaborativas, envolvendo a definição de uma plataforma conceptual, o conceito de Terreno Comum, os requisitos a ter em conta e as várias áreas de interacção a contemplar neste contexto. Nesta secção procede-se à análise mais detalhada de alguma das aplicações colaborativas estudadas.

Cai (2005) aborda a gestão de crises, tais como o ataque de 11 de Setembro em 2001 ou o tsunami do Oceano Índico em 2004. Esta gestão requer que tanto as organizações como vários indivíduos partilhem informação, conhecimentos e recursos para uma rápida avaliação e tomada de decisão de modo a minimizar o impacto tanto na sociedade humana, como na economia e no próprio ambiente natural. Para a concretização dessa gestão, Cai oferece uma perspectiva dos vários requisitos, nomeadamente o armazenamento de dados, a infra-estrutura computacional, a interoperabilidade, a capacidade de modulação e ainda a mobilidade. Apresenta igualmente uma arquitectura que, segundo ele, tem características únicas, a GCCM_Connect. As características base desta arquitectura assentam numa interacção praticamente natural (falas e gestos) entre o utilizador e o sistema através de microfones ou câmaras e ainda a manipulação de mapas com recurso a ecrãs de grande tamanho. A GCCM_Connect é um sistema multi-agentes distribuído desenhado para actividades colaborativas tanto em centros operacionais de controlo como no próprio campo. O sistema foi desenhado como um serviço Web que pode ser descoberto e acedido por qualquer dispositivo ligado à Internet. Sob estas duas perspectivas, a GCCM_Connect oferece vários benefícios, tais como, permitir configurações das funções colaborativas em tempo real ou poder ser usado em dispositivos móveis, além do suporte ao sempre complexo processo que é a gestão de uma crise.

A ideia da manipulação de mapas em ecrãs de grande tamanho é aproveitada por MachEachren *et al.* (2008) para resumir dois trabalhos, o DAVE_G (*Dialogue Assisted Virtual Environment for Geoinformation*) e o HI-SPACE (*Human Information workSPACE*), desenvolvidos com vista a facilitar o trabalho em grupo. Ambos usam a interacção natural para

permitir ao grupo trabalhar sincronamente, isto é, na “mesma – hora, mesmo – lugar”. O DAVE_G utilizou a arquitectura proposta por Cai (2005) usando um mapa electrónico com orientação vertical, ou seja, num quadro em branco ou numa parede. A ideia da metáfora do quadro em branco é de estar inicialmente sem nada permitindo a escrita ou desenho com recurso a canetas de diferentes cores. Por seu lado, a parede contém inicialmente o mapa, podendo os utilizadores assinalar recursos interessantes. Esse processo de assinalar é feito naturalmente, utilizando a voz ou gestos, capturados por microfones e câmaras embutidas no sistema. O ambiente do HI-SPACE, por sua vez, serve para explorar ferramentas de visualização geográfica numa superfície horizontal, permitindo ao grupo estar à volta da mesa de desenho. A interacção com o dispositivo é garantida com o uso de múltiplos cursores individualmente distribuídos. Ambos os projectos se enquadram em pequenas equipas de colaboração, embora permitam aos utilizadores usar formas naturais de comunicação e ainda a adição de objectos no dispositivo visual, como forma de argumento e realce em discussões colaborativas. Além das estratégias militares, o uso de mapas de grandes dimensões é potencialmente útil para o planeamento urbanístico e regional e ainda para os cientistas e a indústria.

Ao abordar a realidade das equipas na Geocolaboração, Antunes e André (2006) constataam que o trabalho dos membros dessa equipa é feito em dois locais: no escritório e no campo. Como cada visita ao campo tem custos significativos, tanto em termos de tempo como monetários, propõem um sistema Geocolaborativo que, ao mesmo tempo, reduza as visitas ao campo e possibilite que os especialistas consigam recolher dados e trocá-los entre eles. SAGISc, denominação atribuída ao sistema, recorre ao Windows Live Messenger (MSN Messenger, 2010) para estabelecer a ponte de comunicação entre os membros que estão no campo e no escritório, com vista a uma colaboração flexível e consistente. O protótipo desenvolvido gera um *e-book*, que não é mais que um substituto electrónico dos artefactos tradicionais (blocos de notas) usados pelos especialistas, onde está contida toda a informação associada aos pontos obtidos no campo. O *e-book* pode ser visto como o elo de ligação entre a equipa que está no campo e aquela que se encontra no escritório. Os dados que constituem o *e-book* são dos mais variados possíveis, desde coordenadas, a apontamentos, desenhos, fotos, entre outros. Na comunicação devem ser preservadas as referências geográficas que identificam todas as actividades realizadas. Assumem o Artefacto como a principal área de interesse, dado que a sua manipulação contribui para a partilha de conhecimento, não só dos objectos encontrados como também sobre a superfície da terra, para os restantes membros. Além disso, o Artefacto é considerado o elemento pivô dos

sistemas geocolaborativos dadas as suas relações com as tarefas, expressam no conceito de Capacidade Colaborativa, e com o conhecimento georeferenciado, traduzida em Criação de Sentido. Contudo, os autores referem que nem sempre é fácil conciliar o trabalho dos agentes no campo, que tem de ser rápido, com os que estão no escritório, onde cada um tem a sua própria agenda. O SAGISc tem na usabilidade o seu ponto forte, pelo facto de suportar comunicação e um meio expedito para localizar pontos e inserir informação sobre eles através de um livro de campo. Como desvantagens, tem as falhas que muitas vezes ocorrem na comunicação e o transporte do equipamento.

Por fim analisa-se o trabalho que precedeu esta Dissertação, realizado por Rodrigues (2009). Contextualizado no programa Agenda 21 Local⁹(A21L, 2010) e apoiado pelo Centro CIVITAS, Rodrigues criou um sistema genérico com suporte a tomadas de decisão, tendo como base o modelo de Participação Pública. Com vista a uma colaboração Assíncrona em diferentes cenários e com vários utilizadores, além da necessidade de tornar o sistema o mais disponível possível ao público em geral para obter a sua participação, Rodrigues apoiou o seu sistema numa tradicional arquitectura de sistemas Web, materializado a sua aplicação num site alocado num servidor Web. A interactividade com os participantes é feita através do browser, onde após conectados ao site, recebem as respostas aos seus pedidos em ficheiros HTML e imagens associadas. Para tal utilizou uma técnica de desenvolvimento Web, o AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*) e recorreu a novas tecnologias de mapas, como é o caso da biblioteca Google Maps API, para implementar as principais interacções da sua aplicação. A aplicação é composta por dois tipos de utilizadores: moderador e participante, podendo haver mais que um participante. O moderador é responsável por gerir o processo de tomada de decisão. A colaboração entre os participantes está focada sob um domínio territorial definido na criação do sistema, onde estes poderão expressar a sua opinião através de diferentes operadores espaciais, de forma a tornar o espaço o elemento central desta aplicação. Após concluídos os testes de usabilidade, que contaram novamente com a preciosa ajuda do Centro CIVITAS e ainda de pessoal especializado da Câmara de Oeiras, os resultados foram bastante positivos, tendo sido apontado o uso da tecnologia Google Maps para representar dados geográficos como o ponto forte do sistema, visto os intervenientes estarem bastante familiarizados com a tecnologia. Como

⁹ A Agenda 21 Local é uma iniciativa da Nações Unidas, proposta na conferência Eco-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992, que tem como objectivo implementar um plano de acções no desenvolvimento estratégico local com base num desenvolvimento sustentável, isto é, usando recursos naturais para sustentar as gerações do presente e sem comprometer a capacidade das gerações futuras (Rodrigues, 2009, pp. 51-53).

pontos fracos assinalaram a falta de informação auxiliar (menus de ajuda mais detalhados) e não ter sido implementado um meio para os utilizadores saberem se a sua opinião foi realmente tomada em consideração.

2.3 DISCUSSÃO

O desenvolvimento de ferramentas que favoreçam a Geocolaboração é um domínio relativamente novo de pesquisa e prática. Como tal existem inúmeras perguntas por responder e a construção de software ou hardware revela-se como uma oportunidade de investigação (MachEachren *et al.*, 2008). Pretendeu-se, na análise feita neste capítulo, identificar algum trabalho existente na Geocolaboração e perceber como a integração de duas grandes áreas de investigação, Sistemas Distribuídos (SD) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), podem ser úteis no avanço deste tópico.

No estudo feito à área de SD num contexto colaborativo foram identificados dois tipos de ambiente de trabalho: Assíncrono ou Síncrono. A principal diferença entre estes dois ambientes deve-se essencialmente ao nível de interacção que é oferecido aos utilizadores e à expectativa que estes têm. Em ambientes Assíncronos, os utilizadores devem ter livre acesso aos dados, enquanto no trabalho Síncrono é exigida a garantia da consistência nos dados partilhados. Este nível de interacção exige protocolos de Concorrência que garantam uma visão coerente a todos os utilizadores. Em relação ao nível de expectativa, cada utilizador espera trabalhar isoladamente e alheio de tudo o que se passa à sua volta se estiver num modo Assíncrono, ou acompanhar em tempo real as modificações introduzidas por cada membro da colaboração, esperando igualmente obter feedback imediato das suas acções, caso esteja a trabalhar em modo Síncrono. Esta expectativa exige técnicas de Sensibilidade como forma de alertar cada membro da ocorrência de uma alteração. Contudo, é difícil manter um modo Síncrono constante devido à dificuldade em garantir que todos os eventos ocorrem pela mesma ordem em todos os processos. Assim, estes ambientes não são alternativos mas sim complementares um do outro. Além da Concorrência e da Sensibilidade, focou-se outras duas características destes sistemas, a Comunicação e a Tolerância a Falhas, onde se explicou alguns modos que garantam essas características. Todas estas características variam conforme a Arquitectura escolhida para a implementação do sistema, tendo

sido apresentadas várias opções possíveis. Chegou-se à conclusão que o uso de um Servidor Central num paradigma cliente / servidor seria a escolha mais apropriada.

A Geocolaboração envolve, no geral, trabalho de grupo complexo, com um conjunto de especialistas a cooperar na manipulação de dados geográficos com vista à obtenção de representações significativas. Os membros deste grupo poderão contribuir para o trabalho a partir de diferentes lugares, num mesmo momento ou em alturas distintas. A diferença assenta na velocidade que é exigida aos membros do processo na execução das suas tarefas, tendo sido fornecido um conjunto de actividades exemplificativas. As diferenças entre as noções de Espaço e Lugar foram referidas com vista à obtenção de Modelos Espaciais Colaborativos úteis na criação de uma estrutura conceptual. As actividades de Geocolaboração dividem-se em Assíncronas e Síncronas, que embora recorram a processos similares para aceder e disseminar informação, diferem na infra-estrutura que as suporta. A Participação Pública em processos de tomada de decisão é o principal exemplo das actividades colaborativas Assíncronas com base espacial, enquanto que a Geocolaboração Síncrona, mais virada para a tomada de decisão em grupos de especialistas, se foca no modo como comportamentos humanos podem ser combinados com actividades e acções coerentes.

A Visualização é a actividade colaborativa que está na origem da criação dos Sistemas de Múltiplas Vistas que, interagindo com os desenvolvimentos em CSCW, em três distintas áreas, oferece duas linhas de orientação para o desenho de uma plataforma conceptual. Essas linhas de orientação regem-se pelas regras da Diversidade e da Complementaridade, enquanto que as áreas de interacção dizem respeito aos Recursos Cognitivos, à diferença entre Espaços Públicos e Privados e ao conceito de Função. Este conceito de Função insere-se na criação de Equipas com dois níveis de abstracção, o Individual e o Colectivo, cujos membros podem desempenhar diferentes funções com vista a atingir um objectivo comum. Para se coordenarem e cooperarem, é exigido aos sistemas que ofereçam suporte à Comunicação no contexto da Geocolaboração. Essa comunicação pode ser obtida de um modo mais eficiente se estiver assente num Terreno Comum. O Terreno Comum favorece igualmente a Partilha de Conhecimento, outro conceito chave da Geocolaboração. A forma mais habitual de Partilhar o Conhecimento passa por transferir dados entre os membros, podendo igualmente dar-se a situação em que todos os membros partilham um determinado objecto, como por exemplo um mapa. O conceito de Mapa Argumentativo foi

igualmente abordado, onde as suas características se revelam particularmente úteis em situações de debate.

Além da Comunicação e da Partilha de Conhecimento, o Factor Humano é o terceiro conceito chave na Geocolaboração. Os sistemas que ofereçam suporte á Geocolaboração devem ter em conta as interacções humanas, tentando ao máximo transportar os comportamentos tidos na realidade para os ambientes virtuais. O recurso a um Agente computacional pode ser uma boa hipótese. Os dados devem estar associados a referências geográficas, como forma de oferecer um meio expedito de identificação aos responsáveis pela observação, análise e interpretação dos mesmos, situando-os contextualmente (Criação de Sentido). Estes dados estão contidos no Artefacto, que juntamente com os Lugares, as Equipas e as Tarefas formam os quatro elementos chave para a obtenção de uma plataforma conceptual.

As duas grandes áreas deste capítulo relacionam-se neste aspecto, na construção de uma plataforma que suporte a Geocolaboração. Enquanto o SIG identifica os requisitos que um sistema deve ter, como a Visualização, Comunicação, a Partilha de Conhecimento e a Interação Humana, o SD oferece os meios que satisfaçam essas necessidades, tais como protocolos de Concorrência, técnicas de Sensibilidade e formas de Comunicação, intrínsecos a uma Arquitectura que seja eficiente para os pressupostos da aplicação. As dificuldades da Geocolaboração Síncrona assentam no facto de haver poucas ferramentas Síncronas (Convertino *et al.*, 2005), dado que as actividades Assíncronas são mais dominantes, além de que as interfaces dos SIG são complexas e difíceis de aprender e usar (MachEachren *et al.*, 2008). Outras duas barreiras ao suporte à Geocolaboração são o pouco conhecimento de como as Equipas trabalham com informação geográfica, através de tecnologias de SIG e ainda da falta de ferramentas que ofereçam soluções para a Geocolaboração, em ambientes computacionais (Cai, 2005). De referir que a maioria dos modelos presentes nos vários artigos estudados recorrem à linguagem de programação Java para a sua implementação. Esta linguagem é uma escolha natural quando se pretende maximizar a flexibilidade, pois permite que as aplicações e componentes do sistema sejam executadas a pedido, além de oferecer suporte à heterogeneidade (Simão *et al.*, 1997).

3. Desenvolvimento do GEOSYC

Este capítulo serve para apresentar a solução que se implementou para concretizar os objectivos a que esta Dissertação se propôs, sendo esta apresentação precedida da descrição que foi usada ao longo do seu desenvolvimento e de um levantamento de requisitos que a solução como Sistema Geocolaborativo Síncrono deve ter.

Foi desenvolvido um sistema Web que contem quatro componentes principais: uma Agenda, um Glossário, uma Reunião e uma área de Arquivos. A Reunião não é mais que uma conferência virtual onde os vários participantes têm a possibilidade de comunicar e interagir com um mapa partilhado. Para que tal aconteça a mesma tem de ser marcada na Agenda, podendo, após concluída, ser revista na área de Arquivo. O Glossário é outra forma de colaboração presente neste sistema, onde cada utilizador tem a possibilidade de inserir e modificar termos correntes da Geocolaboração.

Este capítulo destina-se igualmente a descrever como o sistema GEOSYC foi implementado. Para a obtenção de um sistema eficiente, funcional e de fácil utilização é necessário fazer um análise prévia de qual o objectivo do sistema e a quem se destina. Com o objectivo de criar um sistema síncrono que possibilite utilizadores distribuídos colaborarem em tomadas de decisão, num contexto geográfico, e tendo em conta, que para a tomada dessas decisões é preciso um prévio conhecimento de causa, os utilizadores a que este sistema se destina são pessoas familiarizadas com a tomada de decisão com base espacial. As funcionalidades que cada utilizador terá a seu dispor, assim como os dados que são guardados de forma estável, serão apresentados na secção 3.4 referente ao Desenho do Sistema.

Tendo como ponto de partida o objectivo do sistema e o perfil dos utilizadores que o vão utilizar, surgiu a necessidade de definir que tipos de Mapas seriam usados e qual a melhor

arquitectura e tecnologias associadas. Dessa forma, no final deste capítulo demonstra-se como este sistema explora os Mapas da Google e suas ferramentas (Google Maps API), numa arquitectura cliente - servidor, implementada e suportada por aplicações da Google e pela linguagem de programação Java.

3.1 APOIO DE ESPECIALISTAS

Com vista a obter uma aplicabilidade real para esta Dissertação e escolher a melhor forma de implementar a nossa solução, surgiu a necessidade de nos reunirmos com especialistas de diferentes áreas. Desta forma, na altura da preparação houve uma reunião com o Professor Auxiliar Nuno Preguiça, do Departamento de Informática da FCT – UNL, onde, após explicarmos os objectivos que pretendíamos atingir na nossa solução, discutiu-se a melhor forma de implementação, tanto a nível de arquitectura como de tecnologias a usar.

Seguiu-se uma reunião com o Dr. José Carlos Ferreira, colaborador do grupo CIVITAS e Professor do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT - UNL, para apurar a aplicabilidade real da solução idealizada. Chegou-se ao consenso que a solução proposta pode servir como uma ferramenta de trabalho genérica para tomadas de decisão com base espacial.

Por fim, no sentido de certificarmos a aplicabilidade real descrita e definirmos um caso de estudo, reunimo-nos com especialistas da Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARHT), onde aprofundámos conhecimentos em relação as suas actividades e confirmamos os requisitos que este tipo de sistema deve conter.

3.2 METODOLOGIA

Nesta secção resume-se a metodologia de trabalho adoptada para o desenvolvimento da Dissertação. Privilegiando a organização e o rigor que a elaboração de uma Dissertação assim o exige, cada passo deve ser visto como uma sequência natural das decisões tomadas no passo anterior. Com o objectivo de atingir os pressupostos delineados na altura da preparação da

Dissertação, descreve-se as várias etapas que foram realizadas ao longo da elaboração desta Dissertação.

3.2.1 DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA GEOCOLABORATIVO SÍNCRONO

A fase de levantamento de requisitos para o sistema envolveu alguma pesquisa bibliográfica e contactos com docentes da área da Engenharia do Ambiente e profissionais ligados ao Planeamento de Território.

Relativamente à escolha da solução tecnológica discutiu-se possíveis soluções, que serão detalhadamente abordadas na secção 3.5, e decidiu-se avançar para uma plataforma que permite o apoio a actividades colaborativas, em tempo real, para utilizadores distribuídos fisicamente. Idealizou-se assim o sistema GEOSYC (*Geo-Collaborative Synchronous Conference*), tendo sido feito um levantamento da sua especificação, nomeadamente a nível da arquitectura, medidas de concorrência e sensibilização e ainda relativamente às tecnologias que foram usadas na sua implementação.

Em relação ao confronto de funcionalidades a implementar, estas foram delineadas tendo em vista a tomada de decisão com base espacial, de forma genérica. No entanto, o produto final deste trabalho constitui uma ferramenta de trabalho para as actividades de planeamento territorial que são levadas a cabo pelos técnicos da Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARHT) e que serão descritas mais a frente, no capítulo da Prova de Conceito.

3.2.2 DESENHO DO SISTEMA

Finalizada a etapa de definição do sistema a implementar, surgiu a necessidade de fazer um reconhecimento mais aprofundado das tecnologias que iriam ser usadas. Uma vez que a plataforma escolhida é relativamente recente procedeu-se, numa primeira fase, a um conjunto de testes de forma a perceber como poderiam ser implementadas as funcionalidades propostas. Especificamente, foi definido o ambiente de desenvolvimento, o servidor que serve de suporte à aplicação e modelo de comunicação entre clientes e servidor. Foram igualmente estabelecidos

casos de uso para os utilizadores do sistema assim como a interface de utilização que possibilita a interacção do sistema com os mesmos. A escolha dos tipos de dados a armazenar e como e onde estes deviam ser armazenados foi igualmente objecto de estudo.

3.2.3 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta etapa foram implementadas as várias funcionalidades que estão disponíveis no GEOSYC. Sob forma de avaliar o que já tinha sido desenvolvido e identificar possíveis requisitos que estivessem em falta realizou-se uma reunião nas instalações da ARHT. Essa reunião teve a presença de vários membros da equipa técnica da ARHT, e nela foram esclarecidos alguns temas que são abordados nas suas actividades de planeamento territorial assim como alguns pontos de interesse a desenvolver na aplicação. O feedback obtido resultou em pequenas alterações nas ideias inicialmente pensadas e serviu para confirmar a aplicabilidade real do GEOSYC.

3.2.4 TESTES DE USABILIDADE

Sob forma de avaliar não só a usabilidade do GEOSYC como também o seu sucesso no suporte a tomadas de decisão com base espacial, foram promovidos testes de usabilidade a dois grupos de pessoas. Os detalhes dos testes que foram realizados e os resultados obtidos serão analisados na secção 4.2 desta Dissertação.

3.3 APRESENTAÇÃO DO GEOSYC

O principal objectivo desta Dissertação é o desenvolvimento de uma aplicação síncrona de modo a contribuir para uma tomada de decisão rápida e ao mesmo tempo produtiva. Em sistemas colaborativos genéricos, a comunicação assume um papel fulcral para o desenrolar das acções. É através dela que os agentes do processo expressam as suas ideias e do mesmo modo se coordenam e cooperam entre si. A Geocolaboração não é diferente.

Em muitas situações, os colaboradores reúnem-se numa sala em volta de um mapa para, através de gestos e elementos figurativos como marcadores, discutirem qual será a melhor decisão a tomar perante um determinado cenário. Contudo, nem sempre é possível, por motivos de localização geográfica, efectuar reuniões presenciais. Surge assim a necessidade de arranjar um meio de as pessoas envolvidas num processo de tomada de decisão com base espacial conciliarem as suas ideias. É nesta perspectiva que nasce este sistema.

GEOSYC (*Geo-Collaborative Synchronous Conference*) é a designação escolhida para um sistema composto por quatro aplicações principais, alojadas num servidor e acedida por intermédio de um browser. O acesso a estas ferramentas é restrito a um determinado tipo de utilizadores, como é explicado posteriormente. Descrevendo cada uma das componentes:

- Reunião: aplicação para trocas de mensagens instantâneas, entre um conjunto específico de utilizadores, com vista à tomada de decisões a nível geográfico. Esta aplicação envolve, além da troca de mensagens instantâneas, uma visualização de dois mapas: Um mapa público e partilhado que reflecte as acções protagonizadas por todos os intervenientes da reunião; um mapa privado sobre o qual cada utilizador tem possibilidade de interagir, mediante o conjunto de ferramentas disponibilizadas pela Google Maps API¹⁰. Essa interacção tem de ser submetida ao sistema para se tornar visível aos restantes membros e, conseqüentemente, ficará registada, de forma síncrona, numa barra lateral titulada de “Progresso da Reunião”. Cada utilizador pode acompanhar a colaboração feita pelos outros membros da reunião, filtrando o mapa partilhado. Essa filtragem consiste em visualizar os dados georeferenciados submetidos por cada utilizador, tais como marcadores, linhas poligonais ou polígonos, oferecendo a hipótese de sobrepor mais que uma vista. Essa vista não é mais que uma camada que representa um determinado conjunto de dados geográficos. Tal como nos Sistemas de Informação Geográfica é possível combinar várias camadas com o objectivo de obter uma só imagem. Tendo em conta que a partilha de dados é um factor essencial na Geocolaboração, esta aplicação permite ainda, a cada utilizador, disponibilizar imagens desde que as mesmas estejam disponíveis na Internet ou tenham sido previamente carregadas em aplicações de partilha de imagens, como é o caso da Google Picasa (Picasa, 2010). No final é gerado um relatório, que constitui uma retrospectiva de todas as actividades desenvolvidas no decorrer da Reunião, assim como todas as decisões tomadas, e que pode ser consultado no Arquivo;

¹⁰ Google Maps API é abordado na secção 3.5.2.4

- Agenda: aplicação que serve para o utilizador marcar Reuniões. Um utilizador, ao decidir marcar uma Reunião, terá que escolher um tema a debater na mesma, o tempo de duração e os membros que farão parte dessa reunião. A escolha do tema terá de pertencer a uma determinada categoria já previamente definida no site. O tema será associado a um local ou zona de interesse no mapa. Duas reuniões consideram-se “iguais”¹¹ se abordarem o mesmo tema e se houver intersecção das suas referências geográficas. Cada utilizador pode consultar tanto as suas próximas reuniões, como todas as reuniões que estão agendadas no sistema. Esta ferramenta foi implementada de modo a evitar que existam duas Reuniões iguais ao mesmo tempo, além da funcionalidade principal que é agendar Reuniões e alertar os utilizadores para a realização das mesmas;

- Glossário: aplicação onde estão termos correntes da Geocolaboração, de modo a auxiliar a compreensão dos utilizadores em um ou outro termo mais desconhecido. A introdução de novos termos pode ser feita por qualquer utilizador. No entanto esta será impedida, caso esse termo já exista no glossário. Um termo pode ser actualizado;

- Arquivo: aplicação que permite aos utilizadores simular o desenrolar de uma reunião onde tenha estado presente. De uma forma interactiva, cada utilizador poderá visualizar novamente, passo a passo ou automaticamente, todas as decisões tomadas numa reunião específica. As acções colaborativas georeferenciadas dos membros que estiveram presentes na reunião são revividas sequencialmente, sendo oferecida a hipótese, ao utilizador, de suspender a execução automática e retroceder para decisões anteriores sempre que assim o desejar. A sincronização das decisões é assim preservada.

Este sistema tomou como linha de orientação a estrutura conceptual de Antunes e André (2006), no que diz respeito a criação de uma Equipa para manipular os Artefactos como forma de realizar Tarefas em diferentes Lugares. A Equipa é formada pelos membros que constituem uma Reunião. O Artefacto, nesta aplicação, pode ser visto tanto como o tema da Reunião, que terá de ser escolhido aquando da sua marcação, como também possíveis objectos partilhados pela Equipa no decorrer da reunião, entre eles o mapa público. O mapa final, isto é, aquele que foi construído ao longo da reunião e que poderá ser acedido na área de Arquivo, serve igualmente de Artefacto. A definição de um tema permite a cada membro reunir as informações mais interessantes sobre ele de forma a debatê-las na Reunião. A realização de Tarefas em diferentes Lugares está

¹¹ Não fazendo sentido marcar duas reuniões neste caso.

presente na sugestão de Li *et al.* (2004) que foi igualmente considerada no desenho deste sistema. Lembra-se que estes investigadores realçaram a importância de permitir aos utilizadores, geograficamente distribuídos, visualizar e desenhar (ou seja interagir) nos mesmo artefactos, através da Internet.

Com vista a obtenção da melhor performance no GEOSYC consideraram-se as linhas directivas defendidas por Convertino *et al.* (2005). Os autores defendem que um sistema deve permitir a Partilha de Conhecimento e reduzir tanto a necessidade de Comunicação extra como de coordenação explícita. A Partilha do Conhecimento é conseguida através da partilha do mapa pelos intervenientes da reunião, além do próprio Glossário. A redução da necessidade de Comunicação e de coordenação é garantida primeiro pela troca de mensagens instantâneas e segundo pela barra lateral que regista todas as acções. Possibilitar aos membros da reunião que conversem entre si deveu-se à Comunicação ser essencial, para Convertino *et al.* (2005), na interpretação do pensamento de Equipa, além de retratar uma forma natural do comportamento Humano, igualmente importante na criação de ambientes virtuais (Antunes e André, 2006; Cai, 2005; Harrison e Dourish, 1996; MachEachren 2001 *et al.* 2008). A preferência de uma Comunicação através de troca de mensagens instantâneas, em detrimento de uma aplicação de vídeo – conferência deveu-se ao facto de se considerar mais importante que os utilizadores se foquem nos eventos sobre o mapa e não nos restantes intervenientes na discussão. Uma aplicação de vídeo – conferência, de implementação mais complexa, exige, a nível de desenho, um maior espaço para apresentação da janela comparativamente com a janela de conversação, além de que reduziria significativamente o número de membros que podiam estar presentes na Reunião. A contribuição de cada membro pode ser georeferenciada no mapa, se assim o desejar, recorrendo para isso as ferramentas disponíveis e habituais da manipulação de mapas, como colocar ícones ou desenhar polígonos, por exemplo.

Como foi referido anteriormente, este sistema destina-se a utilizadores específicos, previamente validados e reconhecidos pelo sistema. É de salientar que não foi implementado nenhum mecanismo de validação de utilizadores, podendo ser um tema a abordar num desenvolvimento futuro. O registo livre de utilizadores não é igualmente possível, sendo esta função da responsabilidade de quem for gerir o sistema. Esta razão prende-se com facto de se considerar que o sentido aplicacional do GEOSYC exige um conhecimento de causa previamente adquirido através de experiências similares e formação na área. Esta razão transporta o conceito

de Terreno Comum definido por Clark (1996) para este sistema, com o objectivo de garantir uma Comunicação mais eficiente e um maior sucesso nas tomadas de decisão. Portanto, o GEOSYC não se destina, à partida, ao utilizador comum, mas sim a uma Equipa devidamente identificada com os pressupostos da Geocolaboração.

A Equipa é constituída por membros que desempenhem diferentes funções. Esta ideia vai de encontro ao conceito de Função, referido por Convertino *et al.* (2005), como uma das áreas de interacção entre os Sistemas de Múltiplas Vistas e o CSCW, no que diz respeito à atribuição de qualificações e responsabilidades a cada membro de uma Equipa presente na Reunião. Um dos membros será o coordenador da Reunião, com a responsabilidade de marcar reuniões. A organização da Reunião, desde a convocatória à coordenação do desenrolar da mesma, é igualmente da sua responsabilidade. Contudo, este coordenador não tem mais direitos que os restantes membros presentes na reunião, privilegiando-se uma colaboração justa e imparcial. Todos os acontecimentos da Reunião, desde a troca de mensagens na janela de conversação aos objectos partilhados entre mapas, são inseridos num relatório que ao longo da Reunião é guardado no servidor. O perfil técnico dos restantes membros foi definido em colaboração com o Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis (CIVITAS, 2010) do Departamento de Ciências de Engenharia do Ambiente da FCT – UNL e pela ARHT (Administração da Região Hidrográfica do Tejo). Pelo facto de o CIVITAS ser um Centro bastante participativo em várias actividades, todas com o denominador comum do apoio às comunidades locais (governo e público) na apresentação de propostas assim como na tomada de decisão (Rodrigues, 2009), o conhecimento partilhado acerca dos perfis das pessoas que participam nestes processos foi de grande valia para o contexto deste trabalho. Deste modo o sistema contém uma lista categorizada de todos os utilizadores relevantes e seus papéis no processo de tomada de decisão, de forma a auxiliar a escolha da Equipa para a Reunião. O detalhe dos perfis assim como uma explicação das actividades realizadas pela ARHT serão descritos na secção 4.1 .

Uma das outras áreas de interacção defendidas por Convertino *et al.* (2005) é o Espaço de Trabalho Público e Privado, que neste sistema é garantido com a existência dos dois mapas, salvaguardando pensamentos e incertezas pessoais que uma publicação automática do trabalho não protegia.

3.4 ANÁLISE DE REQUISITOS

Tal como já foi referido, este sistema não é acessível a utilizadores anónimos. Cada membro teve de ser previamente registado pelo gestor do sistema para poder usufruir das funcionalidades do mesmo. De maneira a compreendermos a sequência das várias acções que um utilizador tem de fazer para obter um resultado particular, foi feito um diagrama de casos de utilização, que permite a especificação de requisitos funcionais segundo uma aproximação focada nos utilizadores do sistema (Silva e Videira, 2001) e que apresentamos de seguida.

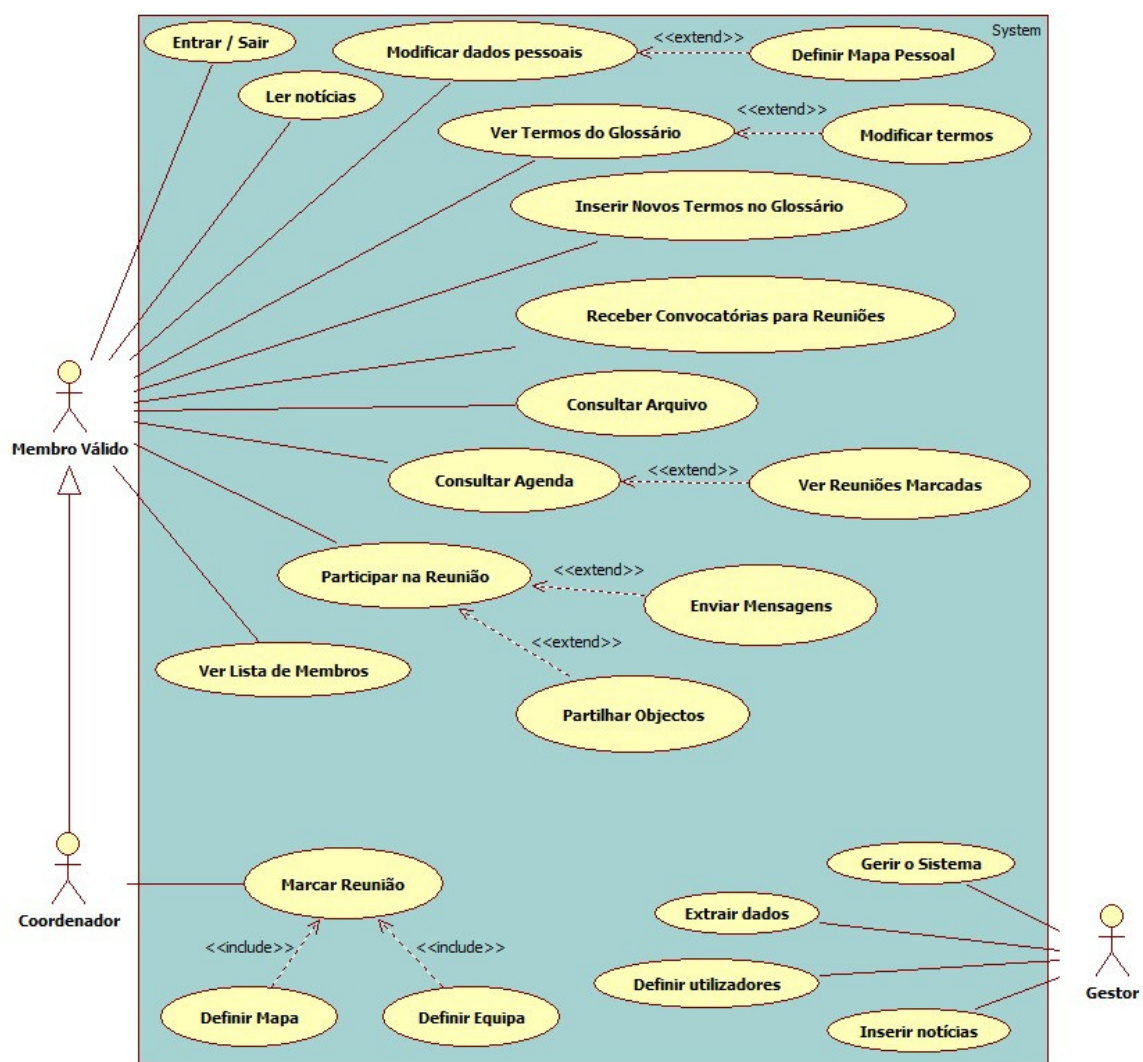


Figura 3.1 – Diagrama de casos de utilização.

Ser reconhecido como um Membro Válido no sistema é essencial para poder usufruir das funcionalidades que o próprio sistema oferece. Assim, sempre que se pretender que um novo utilizador participe é necessário criar uma nova conta de utilizador, sendo essa responsabilidade do Gestor do sistema. O Gestor pode ainda tratar de toda a manutenção do sistema, consultar e extrair os dados armazenados e inserir notícias.

Temos ainda outro tipo de utilizador, que é o Membro Válido, que pode desempenhar, por momentos, o papel de Coordenador. Um Membro Válido, mal entra na aplicação pode consultar dados estatísticos e outras informações, tais como o número de utilizadores registados e novos termos inseridos desde a sua última visita. Pode também ler notícias que tenham sido divulgadas pelo Gestor. Na página inicial o utilizador é notificado de convocatórias para reuniões, e caso tenha sido, poderá desde logo consultar, de forma resumida, os dados de uma determinada reunião.

Como já foi escrito anteriormente, os utilizadores do sistema tem um determinado perfil técnico. Esse perfil técnico é atribuído conforme a entidade que representam no GEOSYC. As entidades consideradas dependem do domínio em que se está a aplicar o sistema pelo que serão descritas no próximo capítulo, na secção 4.1 referente ao caso de estudo escolhido para esta Dissertação: as actividades da ARHT. A lista com todos os utilizadores pode ser acedida tanto na área dos dados pessoais como na Agenda. Em ambas, a distribuição dos utilizadores é feita por categorias, conforme a entidade a que pertencem. Na listagem dos dados pessoais é possível saber que utilizadores se encontram online naquela altura.

Nos dados pessoais, o utilizador tem a possibilidade de alterar as suas informações, assim como definir um mapa pessoal. Essa definição passa por escolher uma localização específica e o nível de zoom pretendido. Cada utilizador pode ter o seu próprio mapa e a escolha do mesmo ir-se-á reflectir quando pretender marcar uma reunião na Agenda, sendo o mapa por ele escolhido o que irá aparecer por defeito. Contudo em nada inviabiliza que a reunião possa ter associado um outro mapa, diferente do seu mapa pessoal.

O utilizador pode consultar os termos existentes no Glossário e dar o seu contributo nesta forma de colaboração escrita, inserindo novos termos ou modificando termos existentes. Ambas as acções exigem que seja feita uma validação. A validação será discutida na secção 3.5, referente a Arquitectura e Tecnologias usadas.

Ao consultar a Agenda, o Membro Válido pode verificar as suas próximas cinco reuniões, assim como as próximas dez reuniões que irão decorrer no sistema. Assumindo o papel de Coordenador este poderá ainda convocar uma reunião, definir o tema que será debatido, a Equipa que estará presente, o mapa que será usado por defeito, além do dia, da hora e a duração da mesma. Em relação ao mapa, o Coordenador tem ainda a possibilidade de, desde logo, inserir marcadores, linhas poligonais ou polígonos que serão igualmente visíveis no mapa por defeito. A marcação da reunião é igualmente alvo de uma validação, pelos motivos já referidos em capítulos anteriores, no que se prende à necessidade de não haver duas reuniões ao mesmo tempo sobre o mesmo tema. Mais uma vez os critérios de validação serão discutidos na secção 3.5.

Ao participar numa Reunião, cada Membro Válido terá a hipótese de enviar mensagens escritas a outros utilizadores através da janela de conversação existente. Como foi referido na Apresentação do GEOSYC, além da janela de conversação, existem dois Mapas, um público e partilhado por todos os membros, e um privado, onde cada membro poderá manipular e, conseqüentemente, partilhar as suas propostas. Essa partilha de objectos pode ser acompanhada pelos restantes membros, não só consultando o progresso na barra lateral, como também visualizando, individualmente ou sobrepondo em camadas, os mapas de todos os utilizadores. O Coordenador determina o final da reunião, sendo esse factor determinante para o aparecimento da mesma na área de Arquivo.

Por fim qualquer Membro Válido pode consultar reuniões passadas em que tenha estado presente, revendo sequencialmente todas as propostas e decisões sincronamente tomadas.

3.5 DESENHO DO SISTEMA

Nesta secção apresenta-se a estrutura de informação considerada relevante manter de forma estável e ainda uma análise mais personalizada a cada componente do GEOSYC. Cada componente constitui uma subsecção das Funcionalidades (3.4.2) que contém uma imagem elucidativa, de modo que seja facilmente perceptível quais as funcionalidades que um utilizador válido pode usufruir.

3.5.1 ARMAZENAMENTO DE DADOS

Apresenta-se detalhadamente nesta secção as entidades armazenadas de forma persistente na base de dados da Google App Engine (GAE, 2010). Como será referido, em maior detalhe, nas secções referentes às Tecnologias usadas, todo esse processo é conseguido com a interface Java Data Object (JDO, 2010), que resumidamente, foge ao conceito de bases de dados relacionais, onde os dados são armazenados de forma tabular, optando por guardar entidades que constituem classes Java. A comunicação entre a aplicação e a base de dados é da responsabilidade do *PersistentManager* (PM), tanto em termos de armazenamento das classes Java como para consultar sobre as mesmas. Na figura 3.2 apresenta-se o esquema das várias entidades consideradas fundamentais para o sucesso desta aplicação.

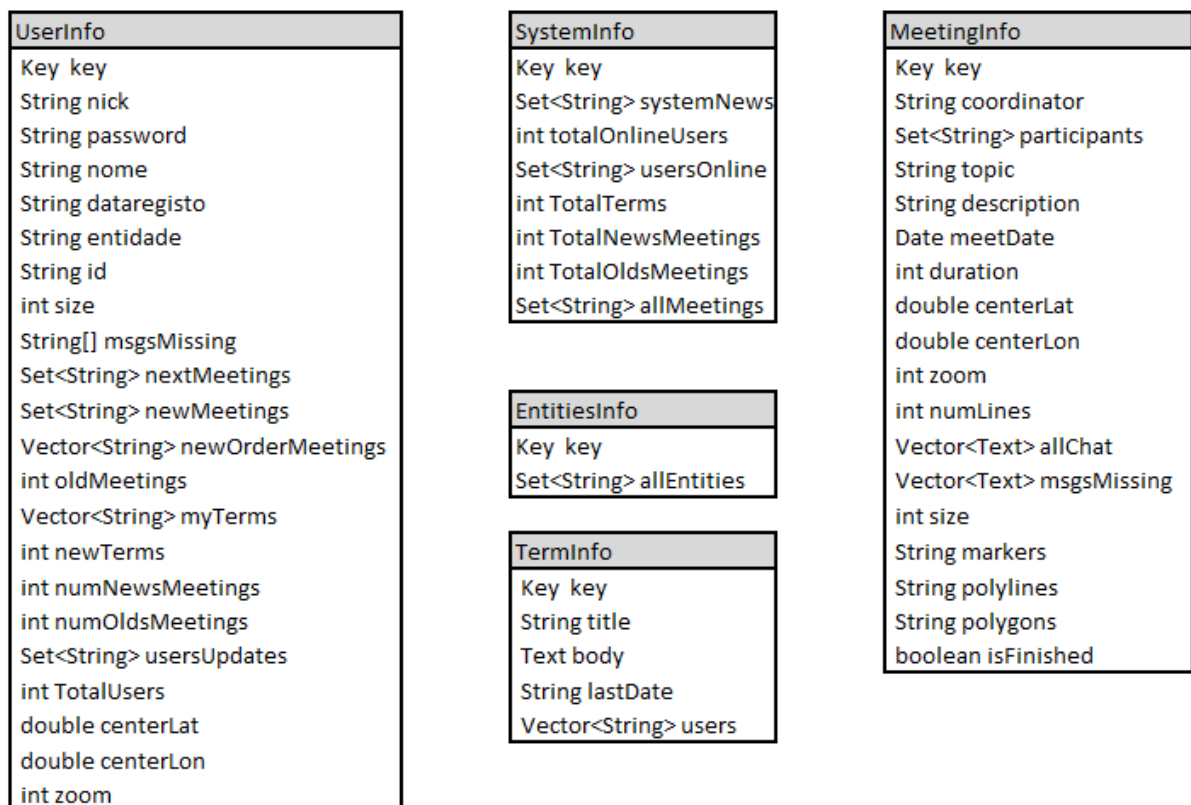


Figura 3.2 – Desenho representativo das várias entidades guardadas na base de dados.

No geral houve necessidade de guardar cinco classes. A primeira análise vai para a *SystemInfo* que, tal como o nome indica, mantém a informação genérica do sistema. Esta classe é o ponto de partida para a execução do GEOSYC, visto que, se ela não existir, o sistema não funcionará antes que se crie, de raiz, todas estas entidades. Por outras palavras, caso o gestor do sistema deseje reiniciar a aplicação de novo, basta apagar esta entidade. Esta classe guarda a informação sobre as restantes entidades, no que diz respeito ao total de classes existentes. A mesma classe guarda ainda as novidades do sistema que serão disponibilizadas aos utilizadores sob a forma de notícias.

A *EntitiesInfo* refere-se às entidades profissionais a que os membros do sistema terão de obrigatoriamente pertencer, voltando a questão de que perfil deverá ter cada membro para estar presente numa dada reunião, ou seja, a debater no capítulo 4.

As restantes classes guardadas dizem respeito às várias aplicações que compõem o GEOSYC. Assumindo que o nome e o tipo de dados das várias propriedades são, na sua generalidade, bastante perceptíveis, não será feita uma explicação sobre as mesmas. Refere-se apenas que a *MeetingInfo* guarda os acontecimentos da Reunião, desde a sua preparação, à sua execução e, no final, à obtenção do relatório que aparece na área Arquivo. A *TermInfo* preserva os vários termos do Glossário e por fim a *UserInfo* não guarda apenas os dados pessoais de cada utilizador mas também guarda informação relacionada tanto com os termos do Glossário como a marcação de Reuniões.

De realçar que todas as classes têm uma propriedade em comum, que é a *Key* (chave). A *Key* não é mais do que a chave primária da classe, de maneira a que ela seja guardada e obtida de forma inequívoca. Esta *Key* é gerada de forma estática para a *SystemInfo* e a *EntitiesInfo* e de forma dinâmica para as restantes entidades. A razão para tal é que só existe uma entidade do tipo *SystemInfo* e uma do tipo *EntitiesInfo*, enquanto que o número de utilizadores, termos ou reuniões é indefinido.

3.5.2 FUNCIONALIDADES

Ao longo desta secção serão apresentadas, de forma resumida, as várias funcionalidades que o GEOSYC faculta, tanto para os seus utilizadores como para quem for gerir o sistema. Essas

funcionalidades encontram-se distribuídas ao longo das várias componentes que compõem o GEOSYC. Cada componente constitui uma subsecção desta secção, sendo a última, Gestão do Sistema, apenas destinada a quem for gerir o sistema.

Um utilizador válido pode aceder a qualquer dos conteúdos a seguir apresentados. Não existe distinção entre utilizadores, ou seja, todos têm o mesmo direito de usufruir das várias funcionalidades que o GEOSYC disponibiliza. Com vista a promover uma fácil interacção com o sistema, foram criados menus de ajuda que aparecem nas várias componentes, sempre com vista à obtenção da melhor experiência de utilizador (*user experience*) possível.

3.5.2.1 INÍCIO

Ao entrar no sistema, o utilizador é conduzido para a página de Início que se mostra na figura 3.3:

The screenshot shows the 'Início' (Home) page of the GEOSYC system. The page is divided into two main columns. The left column contains user information and system statistics. The right column contains recent news and meeting information.

Membro
LuisManu

Dados do Sistema
Utilizadores Registados: 21
Utilizadores Online: 3
Total Reuniões existentes: 7
Total Reuniões presenciadas: 0
Total Termos no Glossário: 1
Total Termos por si editados: 0

Últimas Novidades

Reuniões Convocadas

- 24-06-2010 16:20 - PGRH
 - Coordenador: Jorge
 - Descricao: Reunião sobre Cais de Sodré
 - Tempo Previsto: 30 min
 - Participantes
 - Jorge
 - Coralia
 - Armanda
 - LuisManu

Outras Informa es

- 7 novas Reuniões marcadas
- 1 novo termo adicionado ao Glossário
- 21 novos membros no Sistema
- 1 utilizador mudou os seus Dados Pessoais

Notícias do Sistema

*A ferramenta **Arquivo** possibilita a cada utilizador consultar, de forma simples e interactiva, reuniões antigas onde tenha estado presente.*

Figura 3.3 – Página de In cio, que aparece mal o utilizador entra no sistema ou devido a algumas ac es como por exemplo quando uma reunião termina.

CONSULTAR DADOS DO SISTEMA

Nesta página, o utilizador pode consultar dados estatísticos do sistema. Os dados disponibilizados são o número de utilizadores registados e quantos deles estão online naquele momento. Poderá igualmente saber o total número de reuniões que existem no sistema e qual o número de reuniões que o utilizador já presenciou. A colaboração escrita, nomeadamente a nível do Glossário, não foi esquecida. Desta forma, é possível ao utilizador conhecer o total de termos existentes e o total de colaborações feitas por ele inseridos.

Além dos dados estatísticos outras informações são disponibilizadas nesta componente. O utilizador pode ler as notícias do sistema, assim como saber quantos utilizadores foram registados ou termos novos foram inseridos desde a sua última visita.

RECEBER CONVOCATÓRIAS PARA REUNIÕES

Caso, durante a sua ausência, o utilizador tenha sido convocado para uma ou mais reuniões, é na componente Início que o utilizador recebe igualmente a informação de que foi convocado para uma reunião. Essa informação aparece sob a forma de uma árvore¹², que o utilizador pode expandir para consultar os pormenores da reunião. É referido o tema da reunião, um breve resumo e a Equipa que estará presente, além do dia, a hora e a duração.

Ao receber essa convocatória o utilizador está automaticamente inscrito para a participação da mesma e fica indisponível para outras convocatórias cuja data e duração coincidam com as reuniões que já tem agendadas.

Na figura apresentada mostra-se que o utilizador foi convocado para uma reunião no dia 24 de Junho de 2010 com o tema PGRH (Plano de Gestão da Região Hidrográfica). Todos os temas que existem no GEOSYC vão de acordo com o caso de estudo que será retratado no capítulo 4. Além dessas informações, o utilizador fica igualmente a saber que a reunião será sobre

¹² Uma árvore é uma forma comum de disponibilizar informação em sistemas informáticos. Têm esta designação devido a ter um só nó no cimo, apelidado de raiz, e que ao ser expandido pode resultar em uns ou mais nós filhos. O último nó é igualmente apelidado de folha. Neste caso a árvore têm como raiz a data, hora e tema da reunião. Como nós filhos têm o nome do Coordenador, a descrição, o tempo previsto e os participantes.

a zona do Cais de Sodré, a dura o prevista (30 minutos) e quem s˜o os outros participantes, que est˜o igualmente convocados para a reuni˜o.

3.5.2.2 DADOS PESSOAIS

Prˆtica comum em quase todos os sites da Internet, existe uma zona onde o utilizador pode consultar e modificar os seus dados pessoais. Apresenta-se na figura 3.4 essa componente no GEOSYC:

The screenshot displays a user profile page for 'Jorge' in the GEOSYC system. On the left, there is a sidebar with user information: 'Membro Jorge', 'Nome Completo Jorge Filipe Sousa Costa', 'Data de última Modifica o 03-12-2009', 'Entidade ARH', and a list of system users under 'Utilizadores do Sistema' including 'Membros' (APA: Coralia, Luis, Manuela, Mario; ARH: Armanda, Jorge) and other roles like 'Autarquia Local', 'Convidado', 'EUCC', 'INAG', and 'Policia Maritima'. The main content area is titled 'Alterar Dados Pessoais' and contains a form with fields for 'Password Antiga', 'Password Nova', 'Repita a Password Nova', 'Nome Completo' (filled with 'Jorge Filipe Sousa Costa'), and 'Entidade' (set to 'ARH'). A 'Gravar Altera es' button is present. Below the form is a section 'O Meu Mapa' with 'Mapa Inicial' and 'Gravar Mapa' buttons. A Google Map of Europe is shown, centered on the Iberian Peninsula, with navigation controls and a search bar at the bottom.

Figura 3.4 – Nesta figura   possível ver os dados pessoais assim como o mapa pessoal do membro Jorge.

GERIR DADOS PESSOAIS

O utilizador pode mudar a sua password, o seu nome completo e, específico desta aplicação, a entidade a que pertence. Para que a gravação dos novos dados seja possível é pedida a password actual.

Na área de dados pessoais pode ser igualmente consultada a lista de todos os utilizadores do sistema, assim como os que estão online naquele momento. A lista aparece sobre a forma de uma árvore, categorizada pelas várias entidades que compõem o caso de estudo que será descrito no capítulo 4. Os utilizadores que estão online tem o seu nome com a cor verde.

DEFINIR MAPA PESSOAL

É possível personalizar o mapa pessoal de cada utilizador. Caso o utilizador tenha de convocar várias reuniões sobre o mesmo tema, a ferramenta de definir um mapa pessoal é extremamente útil, pois reflecte-se no mapa de reunião associado à marcação de uma reunião. A definição do mapa pessoal consiste em permitir centrar o mapa numa determinada localização e com um zoom pré-definido.

3.5.2.3 GLOSSÁRIO

O Glossário surge no GEOSYC como uma forma de colaboração escrita. Assim, todos os utilizadores podem contribuir para um conhecimento mais aprofundado dos vários conceitos relacionados com a Geocolaboração. Analisemos de seguida um possível cenário (figura 3.5):

Membro
Mário

Os Meus Termos
G Geocolaboração
Ver o Meu Termo

Termos Existentes
G Geocolaboração
S Sistemas de Informação Geográfica (SIG)
Ver Termo

Ver / Modificar Termo

Nome do Termo
Geocolaboração

Último colaborador: Mário

Todos os colaboradores: Patrícia ; Mário

Data última modificação: 23-6-2010

Definição
A Geocolaboração dá-se no seio de um grupo que executa tarefas colaborativas complexas, e é caracterizada pelo envolvimento de vários especialistas a trabalhar coordenadamente em diferentes lugares, obtendo e interpretando dados geograficamente relacionados e mapeando-os para representações significativas.

Gravar Termo

Inserir Novo Termo

Tenha atenção que apenas novos termos serão inseridos.

Nome do Termo
GEOSYC

Definição
Aplicação Web que permite a utilizadores distribuídos fisicamente participar em várias acções colaborativas. Cada utilizador pode marcar uma reunião com os demais participantes para discutirem e tomarem decisões, com recurso a operadores de mapas, sobre os mais diversos temas. Sempre que o sistema é usado, os utilizadores podem fazer...

Inserir Novo Termo

Figura 3.5 – Neste exemplo, o utilizador Mário fez uma consulta sobre o termo “Geocolaboração” e prepara-se para inserir um novo termo, designado por “GEOSYC”.

CONSULTAR TERMOS DO GLOSSÁRIO

Quando o utilizador entra na componente Glossário é-lhe oferecida a hipótese de consultar tanto os seus termos, isto é, que ele inseriu ou modificou, assim como todos os termos que compõem o Glossário. Para tal, foi colocado, do lado esquerdo, duas árvores com os termos ordenados por ordem alfabética cujos nós podem ser expandidos. A utilização das árvores deveu-se à necessidade de dispor, de uma forma prática e que ocupasse pouco espaço, a lista de todos os termos.

INSERIR E MODIFICAR TERMOS DO GLOSSÁRIO

Para colaborar, de forma escrita, no GEOSYC, o utilizador pode inserir novos termos ou modificar termos existentes. Para tal, apenas tem de definir o nome do termo e o seu conceito, estando a inserção e a modificação pendentes de uma validação no servidor (ver secção 3.5).

3.5.2.4 AGENDA

Na componente Agenda, o utilizador pode, além de marcar uma reunião, consultar as reuniões que existem no sistema, tal como mostra a figura 3.6 :

Membro
Jorge

Reuniões Agendadas

- 22-06-2010 23:50 - PBH
 - Coordenador: Jorge
 - Descrição: ds
 - Tempo Previsto: 15 min
 - Participantes
 - Jorge
 - Ines
 - Joao

As minhas Próximas Reuniões

- 22-06-2010 23:50 - PBH
 - Coordenador: Jorge
 - Descrição: ds
 - Tempo Previsto: 15 min
 - Participantes
 - Jorge
 - Ines
 - Joao

Marcar Reunião

Por favor preencha o seguinte formulário(* são campos obrigatórios)

Tema da Reunião*

PGRH - Planos de Gestão de Região Hidrográfica

Descrição

Reunião sobre determinada região hidrográfica

Localização

(A Data e a Hora da Reunião devem ser futuras)

Data* 24-06-2010
 Hora*
 Minuto*
 Duração(minutos)*

Participantes da Reunião
(Mínimo 3 participantes Máximo 7 participantes)

Coordenador Jorge ARH INAG

Autarquia Local Joao APA Coralia EUCC

Policia LuisMenu Convidado Convidado

Marítima

Figura 3.6 – Neste possível cenário, o coordenador Jorge está a marcar uma reunião que se insere na actividade PGRH. Definiu como localização o terminal Cais de Sodré, em Lisboa, onde desenhou um polígono, uma linha poligonal e colocou um marcador com informação relacionada.

CONSULTAR PRÓXIMAS REUNIÕES

As reuniões aparecem de forma dividida, isto é, o utilizador pode consultar não só as suas cinco próximas reuniões mas também as próximas dez reuniões que irão ocorrer. Esta divisão foi

feita, mais uma vez, através de uma árvore, sendo possível ver os detalhes de cada reunião, isto é, o seu tema, breve resumo, participantes, dia, hora e duração prevista. As reuniões aparecem ordenadas por data em que serão realizadas, da mais próxima para a mais distante. No exemplo demonstrado apenas existe uma reunião futura no sistema.

MARCAR UMA REUNIÃO

Para que seja possível a marcação de uma reunião, existe um conjunto de passos cuja execução é obrigatória. Assim, o utilizador tem de escolher um tema para a reunião e designar a Equipa a convocar. O número de elementos de cada Equipa pode variar entre 3 a 7 elementos. No máximo, existirá um membro a representar uma dada entidade, indo de acordo ao importante conceito, já debatido, da Função inerente a cada membro de uma Equipa.

A escolha de um dia e hora futuras em relação ao momento que está a ser marcado é igualmente obrigatório, assim como o tempo que se espera que a reunião possa demorar. Mesmo cumprindo todos estes passos, não é de todo garantido que a reunião seja mesmo marcada, pois ela será alvo de validação do lado do Servidor, relativamente à disponibilidade de todos os participantes (ver secção 3.5). Caso um participante não possa estar presente, pois já tem uma reunião que se sobrepõe, cabe ao coordenador escolher, ou outra data, ou um substituto.

Opcionalmente, o utilizador pode escrever um breve resumo sobre o tema da reunião e personalizar o mapa, que será usado por todos os participantes. Essa personalização pode incidir tanto numa escolha de uma localização específica sobre o nível de zoom e ainda sobre o desenho de polígonos ou linhas poligonais. Por fim, o utilizador pode inserir marcadores com informação relevante para determinado ponto geográfico. A possibilidade de o utilizador remover operadores (marcadores, linhas poligonais e polígonos) já usados foi igualmente considerada.

3.5.2.5 REUNIÃO

Não desvalorizando as outras componentes do GEOSYC, a Reunião talvez seja a mais importante. É nela que as tomadas de decisão são consumadas de forma síncrona. O utilizador só

pode aceder a esta componente se tiver pelo menos uma reunião marcada. Desta forma, o utilizador é obrigado a escolher que reunião a que pretende assistir ou preparar. Admitindo que a marcação da reunião, na secção anterior, foi conseguida apresenta-se na figura 3.7 um possível cenário do decorrer da mesma:

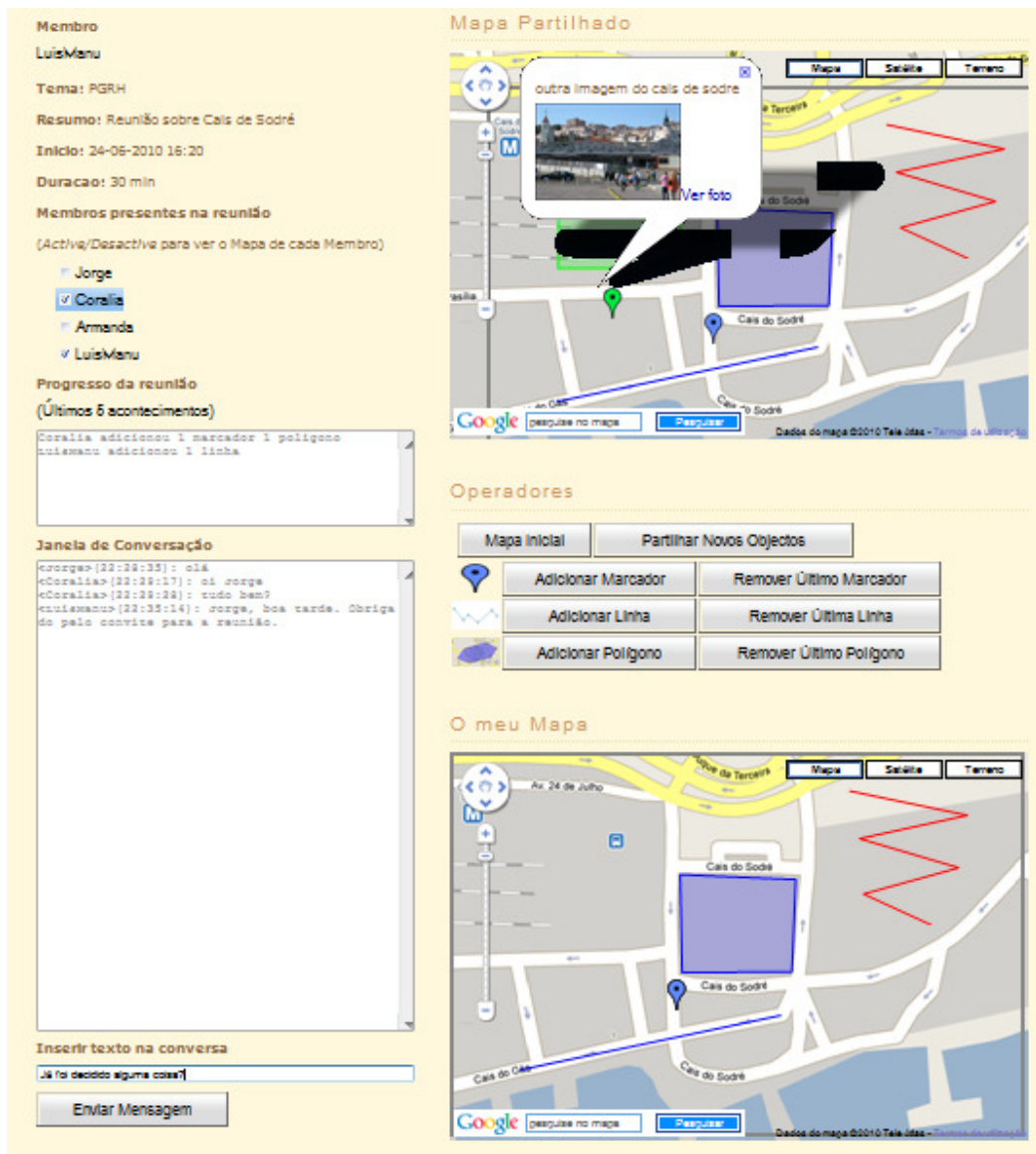


Figura 3.7 – Como é possível verificar, os mapas já apresentam alterações, descritas do lado esquerdo, na zona de progresso da reunião, em relação ao mapa que foi definido por defeito, aquando da marcação. Contudo, o marcador, polígono e linha poligonal, ambos a azul e que já tinham sido definidos na altura da marcação, foram preservados. As alterações aparecem com cores diferentes, específicas de cada membro. Algumas mensagens de texto foram igualmente trocadas, entre os participantes.

PREPARAR A PRÓXIMA REUNIÃO

Antes de uma Reunião acontecer é oferecida a hipótese de cada participante começar a preparar o seu Mapa Privado. Este cenário não tinha sido contemplado inicialmente, na altura da Preparação da Dissertação, contudo, após a reunião que tivemos com representantes da ARHT, considerou-se ser uma funcionalidade importante, pois permite a cada participante antecipar opiniões que considere úteis para o tema em discussão. As funcionalidades da preparação são as mesmas de quando está a participar na Reunião, simplesmente não se pode garantir que os outros utilizadores possam, no imediato, receber as suas propostas. Na realidade, pode partir-se do princípio de que a preparação da reunião será, para cada participante, uma actividade assíncrona.

PARTICIPAR NA REUNIÃO

Como foi referido na Apresentação do GEOSYC, existem várias ferramentas disponíveis, de modo a facilitar, tanto a tomada de decisão de cada utilizador, como a Comunicação e a Visualização. De modo a garantir uma certa privacidade, cada utilizador dispõe de um Mapa Privado, que pode manipular com recurso aos mesmos operadores que já existiam na componente Agenda. Sempre que um utilizador deseje partilhar as suas propostas basta clicar em “Partilhar Novo Objecto” para que as suas alterações sejam submetidas, passando a serem armazenadas de forma persistente no servidor e visíveis aos restantes utilizador.

A nível de Visualização uma das opções tomadas foi distinguir os objectos de cada membro, associando-lhes uma cor distinta. A cor azul representa sempre as decisões do coordenador, sendo as outras aleatoriamente distribuídas. É assim possível ver, na figura, que houve dois utilizadores que já submeteram alterações ao Mapa Inicial. Essas alterações vão aparecendo sequencialmente no lado esquerdo, na zona do progresso da reunião. É possível decidir que mapas dos participantes se deseja ver. Isto é, o utilizador pode visualizar apenas um mapa de cada vez ou sobrepor vários mapas ao mesmo tempo.

Para comunicar, os utilizadores podem recorrer à janela de conversação, onde tem a hipótese de enviar mensagens de texto para os restantes membros. Cada mensagem é associada à

hora e ao nome do membro que a enviou. A sequência pela qual as mensagens aparecem na janela de conversação é a mesma em todos os browsers dos participantes.

A partilha de informação, nomeadamente a nível de imagens, é também possível através da inserção de um URL na janela de informação de um marcador. Deste modo, todos os participantes podem aceder á pagina onde essa imagem se encontra armazenada e, posteriormente, fazerem uma gravação local da mesma.

Por fim, o coordenador tem a responsabilidade de terminar a reunião. Isso é possível através do simples clique no botão “Terminar”, que não aparece na figura 3.7 porque o utilizador em causa não é o coordenador. Contudo, a reunião pode terminar automaticamente, basta que o tempo previsto para a mesma seja ultrapassado. De qualquer das formas, todos os participantes ficam, a partir do momento que termina, impossibilitados de continuar a participar na reunião, podendo sempre rever o que foi nela produzido na componente Arquivo (apresentada a seguir).

3.5.2.6 ARQUIVO

Por último apresentam-se as funcionalidades da componente Arquivo. O exemplo apresentado na figura 3.8 vem no seguimento da realização da reunião considerada como exemplo nas duas últimas secções.

The screenshot displays the GEOSYC interface. On the left, under 'Membro', the name 'Jorge' is listed. Below it, the 'Janela de Conversação' (Conversation Window) shows a chat log with messages from Jorge, Coralia, and LuisManu. A 'Atualizar' (Refresh) button is located below the chat window. Under 'Reuniões Antigas' (Old Meetings), a list of meetings is shown, including one on 24-06-2010 at 16:20. The selected meeting details include the coordinator (Jorge), description (Meeting about Cais de Sodré), and duration (30 min). A list of participants (Jorge, Coralia, Amanda, LuisManu) is also shown. At the bottom, there is a field for 'Tempo entre acções(segundos)' set to 2, with a 'Ver' (View) button.

On the right, the 'Reprodução da Reunião' (Meeting Replay) section features playback controls: 'Anterior', 'Iniciar', 'Pausa', 'Seguinte', and 'Terminar'. Below these, the current step is 'Passo Actual: FIM' (Final Step). The 'Mapa Partilhado' (Shared Map) section shows a Google Map of Cais de Sodré with a photo overlay and a search bar.

Figura 3.8 – Esta imagem retrata a consulta da reunião sobre o Cais de Sodré. Nesta fase da visualização, todas as acções dos utilizadores já terminaram.

CONSULTAR RELATÓRIOS DE ANTIGAS REUNIÕES

Para visualizar a informação relativa a Reuniões Antigas em que esteve presente, o utilizador deve requerer a sua transferência, do servidor para o seu computador local. Isso é possível clicando no botão “Actualizar” (visível na figura 3.8) ou no botão “Transferir” que inicialmente aparece (e que não está visível na figura 3.8 porque já foi feita a transferência). É desta forma que o utilizador pode iniciar para a consulta individual de cada reunião, que, mais uma vez e no sentido de manter coerência ao longo de todo o site, é disponibilizada em árvore.

Para que uma reunião antiga possa ser reproduzida, o utilizador deve previamente escolher a reunião que pretende consultar. Depois de escolhida a reunião, será necessário definir o tempo de intervalo entre as acções que compõem a reunião em causa e que irão surgindo no

decorrer da reprodução. Durante a Reprodução da Reunião, o utilizador pode optar por um modo automático ou manual. Se clicar em “Iniciar” as acções no Mapa Partilhado e na Janela de Conversação vão surgindo de acordo com o tempo de intervalo definido. Contudo, é sempre possível fazer uma “Pausa” na reprodução e recuar ou avançar sequencialmente. Se o utilizador pretender ver logo o resultado final de tudo o que foi decidido na reunião então deve clicar em “Terminar”.

3.5.2.7 GESTÃO DO SISTEMA

Esta secção é referente às funcionalidades que o gestor do sistema dispõem para garantir o bom funcionamento do mesmo. Tendo o GEOSYC sido alojado na Google App Engine (GAE, 2010), pouca implementação teve de ser feita para fornecer todas as funcionalidades associadas ao gestor. Apresenta-se, na figura 3.9, o painel principal de uma aplicação colocada no GAE:

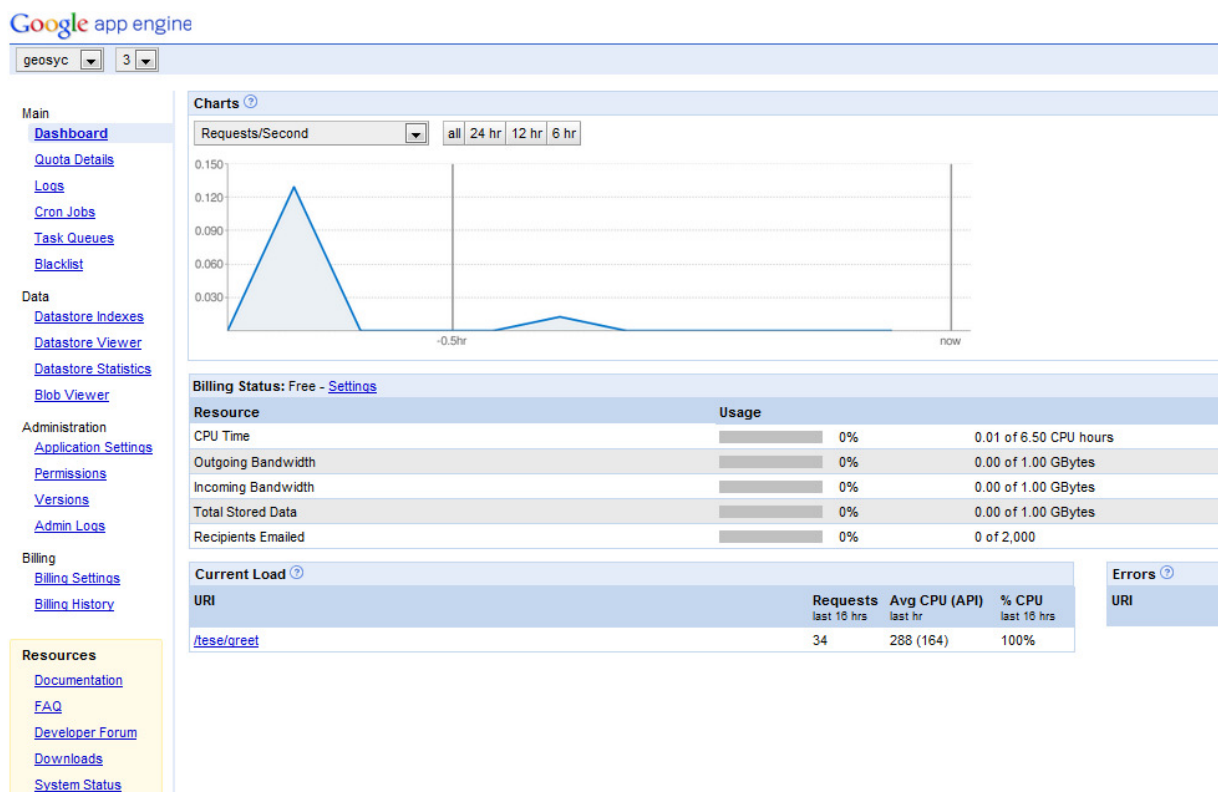


Figura 3.9 – Painel principal da Aplicação GEOSYC no GAE.

Está fora do âmbito deste documento explicar todas as funcionalidades que o GAE oferece a gestores de aplicações. Focar-nos-emos mais nas funcionalidades relacionadas com a gestão adequada dos utilizadores do sistema e com a inserção de notícias no sistema. Antes disso, realça-se que o GAE contempla a hipótese de o desenvolvimento da aplicação poder ser feito por mais do que uma pessoa, contribuindo ele próprio para a colaboração. Assim, todos os membros duma equipa de desenvolvimento podem consultar as suas próximas tarefas, ver relatórios, consultar documentação ou outros dados estatísticos, podendo exportar dados, não só os que se encontram armazenados e são apresentados no GEOSYC, mas também dados sobre a utilização da aplicação ou sobre os erros que possam ter acontecido durante a execução da mesma.

Para criar os utilizadores do sistema, o gestor tem duas hipóteses. Relembra-se que cada utilizador é uma entidade na base de dados, isto é, tem uma classe Java associada, neste caso uma *UserInfo*. Assim, uma das hipóteses é oferecida pelo GAE, que permite criar novas entidades de uma forma simples e prática. Este permite igualmente modificar dados e até removê-los com a mesma simplicidade.

A outra hipótese para criar utilizadores é transferir, na altura do envio da aplicação para o GAE, um ficheiro XML, de nome "*Membros.xml*" (ver exemplo em Anexo A.1), e que é validado por um DTD¹³ desenvolvido para o efeito (ver Anexo A.2). Como será explicado na secção 3.5, o envio de ficheiros XML é uma das hipóteses de transferência que a Google Web Toolkit (GWT, 2010) suporta. Esta forma de criar utilizadores envolveu alguma implementação adicional no desenvolvimento do GEOSYC, garante-se assim que futuros programadores possam igualmente criar contas de utilizadores.

Finalmente, para inserir novas notícias, o gestor do sistema apenas tem de modificar o campo *systemNews* pertencente à entidade *SystemInfo*. Essa inserção é feita exclusivamente no painel do GAE.

¹³ DTD é a sigla de *Document Type Definition* que basicamente valida a estrutura dos vários elementos que compõem um ficheiro do tipo XML(DTD, 2010).

3.6 ARQUITECTURA E TECNOLOGIAS

Nesta secção será debatida a arquitectura escolhida e as tecnologias que foram utilizadas na implementação do GEOSYC. Será feito um levantamento das principais características do GEOSYC, tendo em conta as vertentes dos sistemas distribuídos referidas na secção 2.1.3. Além da apresentação da sua Arquitectura, serão descritas as medidas tomadas em casos de conflito na Concorrência, como foi executada a análise de Sensibilidade das várias aplicações, o armazenamento de dados e ainda Tolerância a Falhas. Tal como já tinha sido referido na validação dos utilizadores, a segurança não será abordada, podendo vir a ser alvo de desenvolvimento futuro.

3.6.1 ARQUITECTURA

Inicialmente, pensou-se em implementar este sistema numa arquitectura P2P, com grupos *Multicast*. Contudo, a comunicação destes grupos é assegurada pelo protocolo UDP que, além de menos fiável que o protocolo TCP, costuma estar bloqueado pelas *firewalls*. Devido a estes motivos e outras razões que serão assinaladas mais à frente optou-se por escolher uma arquitectura de cliente / Servidor Central, recorrendo a tecnologias Google (Google Code, 2010) para implementar o sistema GEOSYC.

A Arquitectura escolhida para este sistema foi a arquitectura cliente / servidor, com um Servidor Central. O Servidor Central está residente na aplicação Google App Engine (GAE, 2010), tirando desta forma proveito da tecnologia Java Servlet¹⁴, fundamental para a execução do GEOSYC. Como muitos dos servidores existentes na Internet não dispõem desta tecnologia, o GAE acabou por ser uma escolha natural.

O GEOSYC é um site onde estão presente as várias componentes que compõem este sistema. Este site é acedido pelos *browsers* dos clientes após validação (*login*). Todo o sistema

¹⁴ Java Servlet é uma tecnologia Java que oferece suporte ao desenvolvimento de aplicações Web de forma simples e consistente. Um servlet não é mais que uma classe Java que responde a pedidos http, garantindo a adição de dados dinâmicos a um servidor Web com recurso à plataforma Java (JST, 2010).

foi implementado em linguagem Java, com recurso a Google Web Toolkit (GWT, 2010)¹⁵, onde todo o processo de comunicação cliente - servidor é garantido através da invocação de procedimentos remotos (RPC, do conceito inglês *Remote Procedure Call*) numa Comunicação bidireccional e assíncrona.

Recorreu-se ao Java Data Object (JDO, 2010)¹⁶, para guardar de forma estável e segura, na base de dados fornecida pelo GAE, toda a informação do GEOSYC. Inicialmente pensou-se em usar o MySQL (MySQL, 2009) como gestor de base de dados, contudo isso obrigaria a que a gestão do sistema fosse realizada em dois locais distintos (no GAE e no MySQL). Como o GAE dá a possibilidade de controlar tanto o estado do sistema, como a informação do mesmo, num só local, esta acabou por ser a opção escolhida. Apresenta-se, no esquema a seguir, a composição Arquitectura do GEOSYC (figura 3.10).

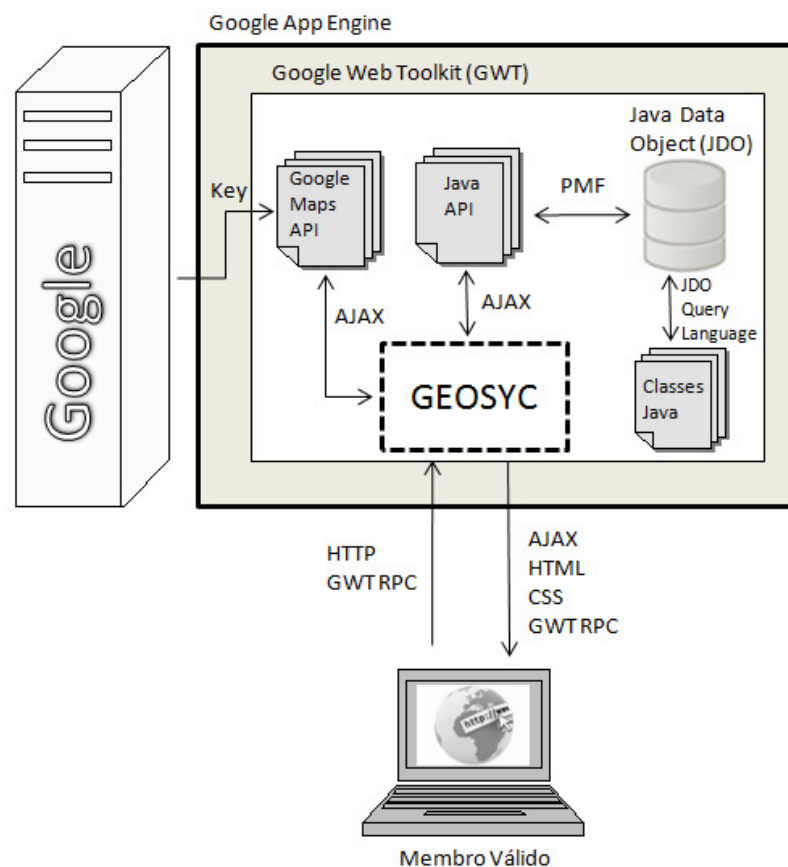


Figura 3.10 – Arquitectura GEOSYC, centralizada no tradicional modelo cliente – servidor.

¹⁵ O GWT é uma ferramenta fornecida pelo Google que permite o desenvolvimento de aplicações, nas linguagens de programação Java e Python, para a Internet. Esta ferramenta será explicada na secção 3.5.2.1.

¹⁶ Mais informações sobre o JDO serão disponibilizadas na secção 3.5.2.3.

Toda a aplicação está centralizada em volta do GAE e foi desenvolvida com recurso à ferramenta GWT. O desenvolvimento foi feito em linguagem Java pelo que a aplicação depende das várias classes que o Java API tem e que podem ser utilizadas com o GWT. Os Mapas do sistema e respectivas ferramentas recorrem à Interface para Programação de Aplicações(API) da Google Maps para, através de Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)¹⁷, permitir aos utilizadores do sistema interagir com dados em determinado contexto geográfico.

O utilizador faz pedidos HTTP e invoca, na maior parte das vezes, procedimentos remotos (RPC) para obter do servidor as respectivas respostas, que serão devolvidas em AJAX ou em respostas RPC. O HTML que serve de base para o site é igualmente devolvido, assim com a folha de estilos CSS¹⁸ que confere à aplicação toda a distribuição visual dos seus componentes. A interface JDO garante o armazenamento de dados, em classes Java. A comunicação é feita, numa primeira fase, entre a aplicação e o JDO, através de uma instância de classe denominada *PersistentManagerFactory* (PMF, 2010) e, posteriormente, os dados são obtidos usando a linguagem específica do JDO, o JDO Query Language (JDOQL, 2010).

Existem secções específicas, ao longo deste capítulo, para explicar em maior detalhe todas estas tecnologias. Avancemos de seguida para algumas especificidades do GEOSYC, tendo em conta algumas vertentes dos Sistemas Distribuídos, apresentadas na secção 2.1.3 e que garantiram o bom funcionamento de toda a aplicação. Começamos pelo Controlo de Concorrência.

CONTROLO DE CONCORRÊNCIA

Teve que ser feito um controlo de Concorrência nas várias componentes do sistema sob pena de as mesmas ficarem inconsistentes. De seguida analisa-se cada componente e possíveis casos de conflito:

¹⁷ AJAX é um conjunto de técnicas utilizadas no desenvolvimento de aplicações Web com o objectivo de promover uma maior interactividade do lado do cliente (ver secção 3.5.2.4).

¹⁸ Cascading Style Sheets (CSS, 2010) é um mecanismo simples para adicionar estilos tais como cores, tipos de fontes, espaçamentos, nos vários conteúdos de um documento Web.

- Glossário: dado que não será permitido aos clientes inserir termos que já existam, o único conflito que esta componente pode ter é existir mais que um cliente a actualizar o mesmo termo simultaneamente. Assim, quando tal acontecer o método adoptado é o do “quem escrever por último vence”;

- Agenda: o conflito nesta componente, já referido anteriormente, prende-se com o facto de poderem existir dois utilizadores que decidem marcar uma Reunião sobre um mesmo tema e com referência geográfica semelhante. Tal como na componente Agenda, presente em Pregoça *et al.* (2000), existe apenas uma ranhura para reservar uma reunião, no mesmo período de tempo, logo é necessário um mecanismo global que reúna o consenso de todos e lide com possíveis conflitos. Assim, a solução passou por “quem marcar primeiro a reunião vence”, cabendo aos restantes utilizadores procurarem períodos alternativos para as suas reuniões. É preciso referir que a Reunião se considera agendada mal tenha sido marcada, não sendo necessário que os membros respondam afirmativamente à convocatória. Desta forma, foi necessário implementar um método de validação no servidor que verifica, além do tema e referência geográfica escolhida, a disponibilidade de cada utilizador para comparecer nessa reunião;

- Reunião: existem dois pontos de conflito: troca de mensagens e interacção com o mapa. Na troca de mensagens, o principal conflito surge em entregar as mensagens a todos os participantes pela mesma ordem. É importante, para o bom funcionamento desta componente, que todos os utilizadores sigam a reunião do mesmo modo. Além disso, é preciso respeitar as intenções dos utilizadores, ou seja, transmitir que cada acção seja reflexo de uma acção anterior. Na interacção com o mapa, o conflito acontece quando dois utilizadores tentam submeter a sua versão, criada no mapa privado de cada um, sobre o mapa público partilhado que contém a última versão estável. É preciso compreender que uma versão, ao ser submetida, irá sobrepor-se sobre a última versão estável, passando a figurar na janela do mapa público em todos os *browsers*.

Como já foi dito na secção 2.1.3, existem quatro tipos de ordens de entrega de mensagens: Sem Ordem, Ordem FIFO, Ordem Total e Ordem Causal. A opção recaiu sobre a Ordem Total para que todas as mensagens sejam entregues pela mesma ordem a todos os participantes. Essa Ordem Total é imposta pelo Servidor Central. Isto é, sempre que um utilizador quiser submeter uma mensagem, esta será enviada como argumento na invocação que o GWT RPC fará do

método do lado do servidor. Somente após a resposta do servidor, os utilizadores terão acesso ao conteúdo da mensagem, na janela de conversação. Haverá uma certa sobrecarga no servidor que não se considera significativa, visto que se espera uma reduzida presença de utilizadores (mínimo 3 e no máximo 7) numa Reunião. Com esta abordagem é possível obter uma sincronização virtual entre processos.

No caso da interação com os mapas, duas hipóteses surgem sobre a decisão de qual versão a ser sobreposta primeiro no mapa público. Aplicando o modelo de Ordem Total é garantido que o primeiro pedido a chegar ao Servidor será o primeiro a aparecer no mapa público e o progresso da barra lateral reflectirá essa mesma ordem. Considerou-se a hipótese de caber ao coordenador decidir que versão devia ser considerada. Contudo, a Ordem Total premeia a colaboração, dado que possibilita qualquer utilizador de manifestar a sua opinião em qualquer altura e sem qualquer tipo de restrição. Este factor constitui a maior desvantagem da outra hipótese, pois conferir esse poder ao coordenador poderá resultar numa inibição às iniciativas de cada membro da reunião. Embora se pudesse contribuir para uma colaboração mais organizada, esta hipótese aumentaria ainda a sobrecarga no processo do coordenador.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de Sensibilidade é facilitada em ambientes síncronos, dado que um utilizador deve aperceber-se, no momento, da ocorrência de um evento. Neste sistema, a principal dificuldade desta análise é na Reunião.

Na Agenda, quando uma Reunião for marcada, ela aparecerá logo assinalada na árvore de reuniões agendadas. Logo, é de fácil percepção, para qualquer utilizador que durante aquele determinado período de tempo irá decorrer uma Reunião sobre um tema específico. Além disso a convocatória aparece na página inicial, a que o utilizador tem acesso, mal entra no sistema. Este poderá eventualmente ser notificado para mais do que uma Reunião. É preciso referir que, caso a reunião não passe no método de validação, o utilizador será informado disso.

No Glossário, a principal necessidade de alertar o utilizador é na sua edição, isto é, quando um utilizador está a submeter uma actualização ou a introduzir um novo termo e entretanto um outro utilizador submeteu alterações que estão implicitamente relacionadas com a edição que está a ser feita. Nesta situação, surge a necessidade de alertar o utilizador para esse acontecimento. Para que tal seja possível, foi desenvolvido um método de validação no Servidor que verifica se a versão que o utilizador quer introduzir/modificar corresponde à última versão guardada. Se for, não há qualquer problema e o utilizador será notificado que a sua proposta de colaboração foi submetida com sucesso, aparecendo o novo termo na árvore de termos que existe no Glossário, com as respectivas informações relativas à sua última data de edição e o seu último autor. Em caso contrário, o utilizador é informado de que uma nova versão foi submetida durante o seu processo de edição, recebendo essa mesma nova versão e terá que retomar o processo de novo se assim ainda o desejar.

Na Reunião, os membros da mesma têm de ser notificados, tanto das acções sobre o mapa como da entrega de novas mensagens. Esta última é resolvida com o aparecimento das mensagens na mesma ordem em que foram submetidas. Assume-se que todos os utilizadores terão uma certa prática neste tipo de ambientes. Em relação ao mapa, associa-se uma cor distinta a cada utilizador. Contudo, pode acontecer o caso em que a alteração foi demasiado pequena e um utilizador neutro não se aperceba de tal modificação. Para contornar esta possibilidade, existe uma barra lateral na Reunião. Nessa barra lateral são assinaladas todas as acções, sequencialmente, pela ordem que foram executadas. Uma mensagem de alerta a avisar sobre novas alterações poderia ser outra hipótese embora tenha sido descartada, pelo facto de se poder tornar incómodo na óptica do utilizador, caso haja constantes alterações. Por fim, o utilizador poderá escolher que mapa(s) pretende visualizar no mapa partilhado, escolhendo o(s) utilizador(es) que deseja consultar. O aparecimento dos objectos partilhados por cada utilizador é visto como uma sobreposição de várias camadas no mapa público.

TOLERÂNCIA A FALHAS

É igualmente necessário considerar, nas especificações deste sistema, como o mesmo deverá reagir perante um caso de falha. Estando este sistema implementado numa arquitectura cliente/servidor, com servidor central, o principal problema deste sistema é o servidor ser um ponto de falha único. Assim, caso o servidor, por qualquer motivo, esteja inoperacional, o sistema estará igualmente inactivo. Em relação às várias componentes que o constituem, o principal problema é o coordenador ou outro membro da Reunião perder conectividade à aplicação. A solução passou por fazer gravações temporárias de todos os dados, desde que tenham sido previamente submetidos ao servidor. É garantido que ao regressar, o utilizador não só verá todas as suas alterações, assim como as partilhas de objectos e mensagens enviadas por outros utilizadores, durante a sua ausência. Em caso de falha no agendamento ou na edição do Glossário nada foi feito, ou seja, os dados temporários não serão guardados em memória, cabendo ao utilizador iniciar novamente o processo.

3.6.2 TECNOLOGIA

Ao longo desta secção existem várias subsecções onde são explicadas as várias tecnologias utilizadas no desenvolvimento do GEOSYC. Essas tecnologias já foram referidas na explicação da Arquitectura implementada. De referir que o GEOSYC foi desenvolvido na linguagem de programação Java, com pequenos recursos a HTML e CSS, e a ferramenta de desenvolvimento utilizada foi o Eclipse¹⁹.

¹⁹ O Ambiente de Desenvolvimento Integrado(IDE) do Eclipse é uma ferramenta comum para programadores familiarizados com a linguagem de programação Java (Eclipse, 2010).

3.6.2.1 GOOGLE WEB TOOLKIT

Hoje em dia, a criação de aplicações Web é um processo moroso e com alta probabilidade de haver erros, não tanto por culpa da complexidade do processo em si, mas porque cada aplicação tem de estar preparada para contornar particularidades específicas de cada *browser* (GWT, 2010). Além disso, o dinamismo e o esteticismo exigido actualmente a cada aplicação fazem com que a criação, a reutilização e a manutenção de grandes bases de código JavaScript (JavaScript, 2010) e componentes AJAX (AJAX, 2010) se tornem numa tarefa difícil e delicada. A Google Web Toolkit (GWT, 2010) é uma ferramenta disponibilizada pela Google que vem facilitar este processo, permitindo a todos os interessados em desenvolver aplicações Web que o façam de uma forma rápida e eficaz, recorrendo à linguagem de programação Java ou Python²⁰.

O termo AJAX define uma abordagem no uso de tecnologias existentes tais como JavaScript, HTML (HTML, 2010), DOM (DOM, 2010), XML (XML, 2010), entre outras. AJAX é importante para construir aplicações Web altamente dinâmicas e que sejam capazes de reagir a determinadas acções. Com o GWT podemos criar a interface (*Front-end*) AJAX na linguagem de programação Java já que o GWT faz a compilação cruzada de Java para o JavaScript, garantindo assim uma taxa de sucesso bastante elevada. Um conjunto de código JavaScript, produzido a partir do GWT é, na maior parte das vezes, mais eficiente que um código JavaScript criado de raiz pelo utilizador, pois o compilador GWT incorpora métodos de forma selectiva, eliminando os excessos de código, de modo que o script produzido seja o mais reduzido possível.

O desenvolvimento da aplicação é acompanhado num *browser*, podendo este ser qualquer um já que as aplicações GWT suportam automaticamente todos os browsers actuais (*IE, Firefox, Mozilla, Safari, Opera e Chrome*) sem que isso exija ao programador alguma especificação, ou seja, o mesmo código é transformado pelo GWT em JavaScript mais eficiente, conforme o browser de eleição de cada utilizador.

²⁰ Desenvolvimento de aplicações GWT com a linguagem Python (Python, 2010).

Existe um conjunto de interfaces para a programação de aplicações (*Application Programming Interface, API*) da Google que podem ser utilizadas pelos programadores nas suas aplicações GWT. Uma dessas bibliotecas é a Google Maps API (GMGWT, 2010), que fornece aos projectos GWT um controlo completo sobre vários componentes habituais para a manipulação de mapas (informação da janela, marcadores, associação de coordenadas, entre outros) sem que seja necessário escrever código adicional de JavaScript. Na figura 3.11 apresenta-se um exemplo que foi construído com a API da Google Maps para o GWT:

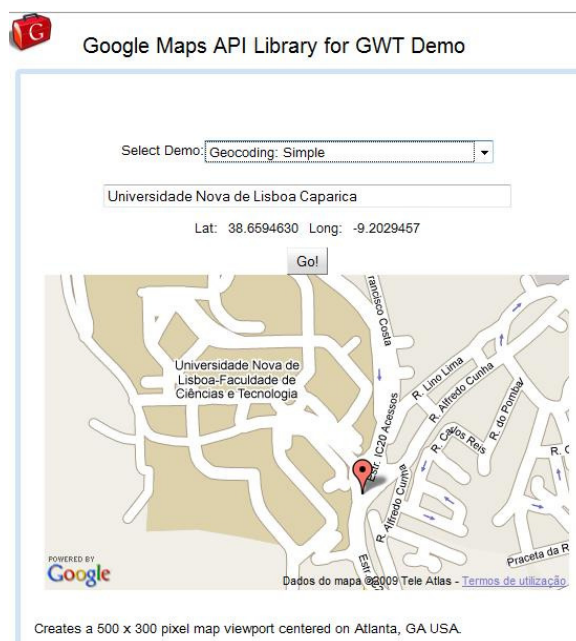


Figura 3.11 – Exemplo que mostra como fazer uma simples associação de referências espaciais. Inicialmente, este mapa estava centrado na cidade de Atlanta, dos Estados Unidos da América. Após digitado o endereço que se pretende (que neste caso foi o “Universidade Nova de Lisboa Caparica”), é averiguado se o mesmo é válido e, caso seja, obtêm-se as respectivas coordenadas de latitude (38.6594) e longitude (-9.2029), reposicionando o mapa e colocando ainda um marcador no local encontrado.

Contudo, existem algumas diferenças entre as API para JavaScript e para Java, na forma como lidam com os mapas. Além das diferentes semânticas nas subclasses, outra diferença diz respeito à forma como cada uma lida com os eventos que ocorrem. Enquanto o JavaScript confia no seu próprio sistema dinâmico, o Java trata cada evento com a criação de uma classe separada onde estão métodos para receber os argumentos provenientes do evento, além da classe principal

da implementação. Um outro pormenor a ter em conta é que, devido a novas versões serem lançadas todas as semanas, nem todos os métodos que são fornecidos na Google Maps API para JavaScript estão igualmente disponíveis nos pacotes GWT.

O GWT suporta igualmente vários protocolos de transferência, tais como o JSON (JSON,2010) e o XML e permite ainda a invocação de métodos remotos com recurso ao GWT RPC (*Remote Procedure Call*). Semelhante ao Java RMI²¹, a comunicação é feita no *browser*, com o código do cliente transformado em JavaScript enquanto o do servidor é executado no mesmo (Preguiça, 2005b). O GWT RPC serializa automaticamente os argumentos, invoca o método adequado no lado do servidor e devolve a resposta, não serializada e de forma assíncrona, para o cliente. A utilização da linguagem Java pelo GWT traduz-se numa vantagem para todos os utilizadores familiarizados com essa linguagem, permitindo-lhes desenvolver as suas aplicações recorrendo a ferramentas a que estão habituados, tais com o *Eclipse* (Eclipse, 2010) ou o *NetBeans* (NetBeans, 2010).

3.6.2.2 GOOGLE APP ENGINE

A Google App Engine (GAE, 2010) é uma ferramenta gratuita da Google que permite o alojamento de aplicações Web. Cada ambiente garante protocolos genéricos e tecnologias comuns ao desenvolvimento de aplicações Web. São asseguradas, às aplicações, diversas facilidades no que diz respeito à sua construção, manutenção e escalabilidade. O tráfego, resultante do acesso de utilizadores, assim como o crescimento sustentado de dados armazenados, é igualmente garantido.

A aplicação, ficando alojada no GAE, pode ser partilhada em todo o mundo através de um simples acesso ao URL definido para a mesma. No nosso caso, o URL é **http://geosyc.appspot.com**. O acesso pode ser global ou restrito a um grupo de utilizadores pertencentes a uma dada organização.

²¹ Java Remote Method Invocation(RMI) permite a um programador criar aplicações Java distribuídas, nas quais os métodos de objectos remotos podem ser invocados por outra máquina virtual Java(JRMI, 2010).

A nível de desenvolvimento, o GAE proporciona uma fácil aprendizagem a programadores menos familiarizados com esta aplicação. Permite ainda convidar e formar uma equipa de programadores para desenvolver determinada aplicação Web, agendando tarefas a concretizar. O desenvolvimento pode ser feito em dois modos: localmente (*hosted mode*) ou na Internet (*Web mode*). Usando a ferramenta Eclipse para desenvolver a aplicação, é possível reproduzir localmente a aplicação, oferecendo a hipótese de detectar possíveis erros (*debug*) e fazer testes unitários. O envio da aplicação para o GAE (*deployment* em inglês) é igualmente conseguido através de um *plugin* que o próprio GAE oferece ao Eclipse, bastando ao utilizador clicar num botão para que tal aconteça. O utilizador fica assim livre de compilar o código e fazer upload das classes geradas no servidor, além de que não se tem de preocupar com possíveis conflitos em relação a versões anteriores, já que é possível escolher o número da versão que pretende enviar.

Sendo a GAE uma aplicação Google, podemos confiar na infra-estrutura Google para total fiabilidade, performance e segurança da nossa aplicação. A manutenção da mesma é centralizada, sendo o acesso garantido apenas a quem tenha privilégios para tal. Esse acesso é conseguido através de contas Google, mantendo assim o conceito de uma única conta para aceder a todas as aplicações que a Google disponibiliza actualmente.

Cada utilizador pode ter até 10 aplicações. Na versão gratuita do GAE são oferecidos a cada aplicação 500Mb de armazenamento e cerca de 5 milhões de páginas vistas (do inglês *pageviews*) por mês. Para aplicações empresarias que requisitem mais do que é disponível na quota gratuita é sempre possível fazer um upgrade. Esta é a principal limitação do GAE, contudo em nada impeditiva para o sistema que foi desenvolvido.

3.6.2.3 JAVA DATA OBJECT

O armazenamento de dados no GAE é assegurado pela interface standard Java Data Object (JDO, 2010). A tarefa de guardar objectos Java em qualquer base de dados relacional é um enorme desafio, pois envolve serialização da estrutura hierarquizada dos objectos Java para a estrutura tabular da base de dados e vice-versa. O JDO permite guardar, de forma transparente, objectos que contenham dados numa base de dados. Obter os objectos guardados e efectuar

transacções é possível simplesmente através de código Java, não exigindo aos programadores código específico de base de dados.

O JDO foi concebido para trabalhar em diversos níveis, tais como a Java Platform Standard Edition (também conhecido por J2SE), a Web e em aplicações em servidores, além de que permite trabalhar sobre diferentes tipos de bases de dados, desde as relacionais, às hierárquicas e de objectos, sendo esta portabilidade muito útil para quem procura trabalhar de forma simples sobre diferentes soluções de armazenamento.

Para ser possível, em Java, interagir com a base de dados, é necessário criar uma instância do objecto *PersistentManager*(PM), obtido através de outro objecto, o *PersistentManagerFactory* (PMF, 2010). O PM acaba por ser o componente responsável pelo ciclo de vida de instâncias persistentes, consultas (*queries*) e acessos transaccionais(PM, 2010).

Os objectos que são guardados na base de dados são denominados de entidades. Essas entidades não são mais que classes Java que contêm uma ou mais propriedades, de diferentes tipos de dados, desde os primitivos tais como inteiros, booleanos, cadeias de caracteres (*string*) até estruturas de dados, como vectores. Contudo, tal como existe nas bases de dados relacionais, cada entidade têm uma chave primária que a distingue das restantes. Essa chave pode ser atribuída pela base de dados ou definida, em código, pelo programador. É possível usar índices nas entidades guardadas, de forma a melhorar a performance das consultas. As entidades que foram consideradas para o GEOSYC foram explicadas na secção 3.4.1.

A forma de fazer consultas à base de dados é conseguida através de uma linguagem própria, o JDO *Query Language* (JDOQL, 2010). É preciso especificar, em cada consulta, qual o tipo de objecto Java, entenda-se classe, se pretende obter, podendo ainda filtrar a pesquisa através de expressões e operadores em sintaxe Java. O resultado é um colecção de classes do tipo especificado na consulta e cujas propriedades respeitem o filtro utilizado.

3.6.2.4 GOOGLE MAPS

Sendo esta Dissertação centralizada em tomadas de decisão num determinado contexto geográfico, esta secção retrata a ferramenta utilizada para o efeito, a Google Maps (GM, 2010).

Embora esta ferramenta dispense apresentações, já que faz parte do nosso quotidiano, é feita uma introdução histórica e a forma de como se pode desenvolver aplicações com os mapas, com especial destaque para as ferramentas que foram contempladas no desenvolvimento do GEOSYC.

Para Purvis *et al.* (2006), o ano de 2005-2006 será sempre recordado, na história recente da Internet, como o ano em que aparecera o mapeamento online. Antes de 2005, o MapQuest (MapQuest, 2010) e outros serviços sobre mapas já permitiam ao utilizador obter direcções, pesquisar por localizações ou negócios, contudo, estas pesquisas eram muito limitadas (Purvis *et al.*, 2006). A Google Maps além de oferecer esses serviços, dá a hipótese, a cada utilizador, de manipular os seus próprios locais de interesse. Além disso, é possível combinar várias fontes de dados, desde que os mesmos sejam georeferenciados e que utilizem o mesmo sistema de coordenadas.

Segundo Rodrigues (2009), na perspectiva de utilizador, aplicações baseadas na biblioteca Google Maps permitem o acesso detalhado a conteúdo geográfico, através de uma interface fácil de usar. Esse facto prende-se devido a não ser necessário instalar qualquer tipo de software para que a informação geográfica seja disponibilizada. Toda a interface é garantida através de AJAX, aumentando exponencialmente a interacção entre o computador do utilizador e o servidor do mapa. Assim, o controlo do zoom do mapa pode ser feito através do *scroll* do rato e a deslocação no mapa é conseguida movendo o rato de um lado para o outro. Combinar as várias vistas (terreno ou satélite por exemplo) está ao alcance de um simples clique, e a actualização é feita quase instantaneamente (Peterson M., 2007).

Recorreu-se aos métodos presentes na Google Maps API para desenvolver as várias interacções que são oferecidas ao utilizador para manipular dados georeferenciados. Esta escolha prendeu-se não só por esta Dissertação estar a dar seguimento ao trabalho feito por Rodrigues (2009), que usou igualmente a Google Maps API, mas também pelo facto da utilização dos Mapas Google não exigirem qualquer tipo de instalação nos browsers. A popularidade destes mapas e o uso de várias tecnologias Google para implementar este sistema fez da Google Maps a escolha mais natural para este sistema.

A Google Maps API (GMGWT, 2010) oferece várias ferramentas para manipular os dados num contexto geográfico. Vamos assim analisar todas as ferramentas que foram usadas no GEOSYC, nomeadamente nas componentes Agenda, Reunião e Arquivo.

Uma dessas ferramentas é a hipótese de colocar marcadores em determinada localização. O marcador, quando clicado, poderá mostrar uma janela de informação, um balão que está associado ao marcador. Neste sistema, a informação disponibilizada diz respeito a um nome e uma descrição que o utilizador inseriu no momento de criação do marcador. Opcionalmente, o utilizador poderá também colocar o URL de uma imagem que será igualmente mostrada na janela de informação, assim como o link para a mesma, possibilitando desta forma que outros membros vejam/guardem a imagem original.

Outras ferramentas consideradas na partilha de opiniões e na colaboração de tomadas de decisão, é a possibilidade de desenhar polígonos e linhas poligonais. Uma linha poligonal é um conjunto de pontos georeferenciados que o utilizador livremente escolhe. Ao terminar essa escolha é formada uma linha que une todos os pontos pela ordem em que foram inseridos. O desenho de polígonos é semelhante à criação das linhas poligonais com a diferença de que, ao terminar de distribuir os pontos, o utilizador assiste à formação de um polígono preenchido, pela ligação entre o primeiro e o último ponto inseridos. Além disso a zona delimitada pelos pontos do polígono é colorida. Na figura 3.12 pode-se visualizar a forma como cada uma das ferramentas já referidas aparece no mapa privado de uma reunião.



Figura 3.12 – Exemplo das várias ferramentas presentes no GEOSYC. Neste caso específico, retrata-se o campus da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. O polígono representa a área referente ao Departamento de Informática. Essa informação está presente na janela do marcador criado para esse efeito. É possível ainda ver uma linha poligonal traçada sobre uma das várias estradas que compõem este campus universitário.

Tal como é possível ver na figura, os Mapas presentes no GEOSYC oferecem a hipótese de pesquisar uma determinada localização. Isso é possível graças à ferramenta de Pesquisa Google que procura e disponibiliza, ao utilizador, os vários resultados encontrados. Contudo, não foi necessário nenhum desenvolvimento adicional visto que é uma das várias opções que podem ser activadas / desactivadas na Google Maps API, assim como o zoom e as várias vistas possíveis: mapa, satélite ou terreno. Tendo em conta o conceito desta Dissertação, a opção de encontrar as coordenadas geograficamente associadas ao resultado de uma pesquisa (*geocoding*) assim como a rota entre duas localizações não foram consideradas, visto que o objectivo do trabalho é oferecer aos utilizadores do sistema a hipótese de discutir, através de objectos georeferenciados, a melhor decisão a tomar numa determinada localização. Esta é definida aquando a marcação da reunião e aparece delimitada, sob a forma de um rectângulo, no decorrer da Reunião. Contudo, nada impede o utilizador de navegar sobre outras regiões do mapa, conseguindo, sempre que assim o desejar, voltar a região de interesse através do botão Mapa Inicial, que centraliza o mapa nas coordenadas e zoom previamente definidos.

Resumindo, os métodos da biblioteca Google Maps API contribuíram de forma decisiva para que o principal objectivo desta Dissertação fosse alcançado. Contudo, existe uma ferramenta lançada na nova versão da Google Maps API do GWT que consideramos que teria o seu impacto no GEOSYC: a vista de rua (*street view*). Esta ferramenta permite que utilizadores visualizem imagens reais e naveguem entre localizações, com a perspectiva de alguém que se encontra no local. Contudo, o lançamento desta nova versão²² foi após a implementação do GEOSYC, podendo ser considerada em trabalho futuro.

3.6.2.5 ASYNCHRONOUS JAVASCRIPT AND XML

AJAX é o acrónimo de Asynchronous Javascript And XML (AJAX, 2010). É um grupo de técnicas inter-relacionadas que permite criar de forma rápida e interactiva aplicações Web. Pode ser visto como a forma de trocar dados com o servidor e actualizar parte da página Web sem haver necessidade de carregar novamente toda a página (AJAXW3C, 2010).

²² <http://googlewebtoolkit.blogspot.com/2010/06/google-maps-api-for-gwt-110-released.html>

AJAX não deve ser vista como uma tecnologia nem como uma nova linguagem de programação mas sim como um conjunto de tecnologias já existentes que se combinam entre si oferecendo a programadores novas possibilidades de desenvolverem as suas aplicações. Desta forma, AJAX combina HTML e CSS para manipular a forma como a informação é disponibilizada ao utilizador. Recorre ainda ao Document Object Model (DOM, 2010) para recolher e mostrar informação de forma dinâmica.

Em ambiente AJAX, o utilizador pode fazer pedidos e receber respostas do servidor recorrendo ao objecto *XMLHttpRequest* e JavaScript. Como já foi referido, o GWT faz uma compilação cruzada do código Java para Javascript.

Em relação ao GEOSYC, todas as aplicações, todas as interacções cliente – browser são feitas em AJAX. O AJAX não está apenas presente na utilização de Google Maps. O sistema é exclusivamente constituído por uma única página HTML. Ou seja, todo o conteúdo disponibilizado ao utilizador é gerado de forma dinâmica, não existindo, praticamente, informação estática na página. Isso só foi possível graças ao AJAX e sobretudo ao GWT que facilitou o processo de desenvolvimento. Contudo, isso exigiu um maior esforço na implementação, pois todos os operadores de que o utilizador dispõe para usufruir do sistema, desde os botões, as caixas de texto, aos painéis, as listas, tiveram que ser implementados de raiz, uma vez que a ferramenta usada para o desenvolvimento, o Eclipse, não disponibiliza uma interface gráfica que permita ao programador simplesmente arrastar um determinado operador para a aplicação.

3.7 DISCUSSÃO

Neste capítulo foi descrito o Sistema Geocolaborativo Síncrono implementado. A metodologia adoptada e as diversas funcionalidades que cada aplicação oferece ao utilizador foram apresentadas. A razão existencial de cada funcionalidade teve como suporte os pressupostos exigidos numa Geocolaboração Síncrona, onde se destacam a necessidade de Comunicação, Visualização e Partilha de Conhecimento. A estrutura conceptual defendida por Antunes e André (2006) serviu de base a este sistema. A presença de Equipas e o perfil de cada membro que constituem a mesma foi encontrado graças ao importante conhecimento de causa do

grupo CIVITAS. O GEOSYC vem assim dar seguimento ao trabalho desenvolvido e que precedeu esta Dissertação (Rodrigues, 2009), onde a participação pública para tomadas de decisão num modelo assíncrono foi implementada.

Ao longo deste capítulo, foi igualmente apresentado, não só a solução desenvolvida, como também a arquitectura e tecnologias que compõem o GEOSYC. Contudo, para a obtenção de um sistema eficiente, foi necessário antes conhecer as necessidades dos utilizadores que irão usufruir desta aplicação. Desta forma foi feito um levantamento dos vários casos de utilização que um membro válido e o gestor do sistema dispõem e que foram apresentados na secção 3.3.

Na secção Desenho do Sistema (3.4) foram especificados os dados são guardados de forma persistente e as várias funcionalidades que estão ao dispor dos utilizadores do GEOSYC. Por fim, tendo esta Dissertação o objectivo de permitir o uso de operadores síncronos para tomadas de decisão num ambiente geográfico, foram apresentadas as várias ferramentas que a Google Maps oferece e foram utilizadas na implementação do sistema. O estudo feito sobre o estado de arte da área de Sistemas Distribuídos não foi esquecida, tendo-se justificado a escolha da arquitectura cliente – servidor. As especificidades do sistema foram igualmente consideradas, nomeadamente como o mesmo reage em situações de conflito e em casos de falha. Tratando-se esta aplicação de um sistema síncrono, as técnicas de sensibilidade usadas foram igualmente referidas.

É de realçar que o desenvolvimento do GEOSYC não teria sido possível sem o recurso a ferramentas para o desenvolvimento e suporte de aplicações Web desenvolvidas na linguagem de programação Java, nomeadamente o GWT, o GAE e o JDO. O AJAX teve igualmente um papel preponderante nesta aplicação, dado que todo o conteúdo que é disponibilizado e toda a interacção que é feita por parte do utilizador é assegurada pelo dinamismo que o AJAX oferece.

Desta forma, o GEOSYC surge como um produto totalmente funcional que não só cumpre os requisitos de um Sistema Geocolaborativo Síncrono, mas também vem revolucionar a forma de como este tipo de Sistemas pode vir a ser desenvolvido, recorrendo a novas ferramentas que tanto a Google como a Oracle²³ disponibilizam.

²³ Embora a tecnologia Java seja originalmente da Sun, esta foi adquirida em Janeiro de 2010 pela companhia Oracle (Oracle e Sun, 2010).

4. Prova de Conceito

Embora o GEOSYC seja um sistema genérico, que pode ser utilizado na resolução de qualquer problema num contexto geográfico, surgiu a necessidade de sustentar a aplicabilidade real deste sistema numa prova de conceito. Assim, as actividades de planeamento levadas a cabo pela Administração da Região Hidrográfica do Tejo foram consideradas como uma excelente hipótese para testar a funcionalidade do GEOSYC, tendo servido igualmente de base para definir os vários perfis dos utilizadores que poderão usufruir do sistema.

4.1 ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

A Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARHT, 2010), I.P., é um instituto público periférico integrado na administração indirecta do Estado, sob a tutela e superintendência do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Tem como missão “proteger e valorizar as componentes ambientais da água e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos” (ARHTI, 2010), sendo a sua área de jurisdição a região hidrográfica do Tejo e as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Das várias actividades que a ARHT desempenha considerou-se apenas as que se referem ao Planeamento das águas e o Ordenamento do Território. O Planeamento das águas tem, entre outros objectivos, fundamentar e orientar, de forma sustentável, a gestão e protecção das águas e suas utilizações, garantindo critérios de afectação e normas de qualidade ambiental. Por seu lado, o Ordenamento do Território tem um conjunto de competências que visam a compatibilização, a nível de protecção e valorização, da utilização sustentável dos recurso hídricos das massas de águas costeiras.

As actividades desenvolvidas tanto no Planeamento das águas como no Ordenamento do Território estão subdivididas em vários Planos. Assim, no Planeamento das águas existem os Planos de Bacia Hidrográfica, Planos de Gestão de Região Hidrográfica e Planos Específicos de Gestão das Águas. Em relação ao Ordenamento são elaborados Planos de Ordenamento da Orla Costeira, Planos de Ordenamento do Estuário do Tejo e Planos de Ordenamentos de Albufeiras. Como estes planos envolvem tomadas de decisão em determinado contexto geográfico, todos eles estão presentes no GEOSYC, aquando a definição do tema na marcação de uma reunião.

A escolha da ARHT, nomeadamente as suas actividades, para a prova de conceito, decorreu de sugestão de um colaborador do grupo CIVITAS, e professor do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, o Dr. José Carlos Ferreira. Esta sugestão foi apresentada no contexto da exposição dos objectivos desta Dissertação, tendo-se considerado que o GEOSYC teria potencial para ser uma ferramenta de auxílio nas várias actividades que são levadas a cabo pela ARHT.

Uma das actividades exemplificadas nessa reunião foi a necessidade de localizar o melhor sítio para colocar um apoio para vigilantes numa praia. Este exemplo insere-se nas actividades do Plano de Ordenamento da Orla Costeira e requer a presença numa reunião de representantes da ARH, da Autarquia ou Junta de Freguesia local e possivelmente de um membro da *Coastal & Marine Union* (EUCC, 2010). Além destas entidades outras poderão igualmente ser necessárias, tais como: Instituto da Água (INAG, 2010), Polícia Marítima, ou Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2010).

Foi desta forma que se encontrou o perfil dos membros que poderão usufruir do GEOSYC. Assim, a distribuição dos vários membros do Sistema foi categorizada tendo como base estas diversas entidades. Contemplou-se ainda a hipótese de ser necessário a presença de um membro que não pertença a nenhuma dessas entidades, assumindo o papel de Convidado. Assim, na marcação de uma reunião é possível definir a Equipa que faz sentido estar presente.

No sentido de confirmar o perfil dos utilizadores e os temas que poderiam ser debatidos numa reunião virtual do GEOSYC ocorreu uma reunião, nas instalações do ARHT, dirigida pela Dra. Margarida Nunes do Departamento de Recursos Hídricos do Litoral. Essa reunião acabou por ser extremamente importante para a implementação do GEOSYC, pois embora tenham concordado, na globalidade, com as ferramentas disponíveis do sistema, foram detectados alguns

requisitos que estavam em falta e que acabaram por ser considerados. Um desses requisitos foi a possibilidade dos utilizadores prepararem a reunião antes dela acontecer, num processo assíncrono, algo que não estava previsto inicialmente. Outro requisito que não estava previsto e que foi igualmente considerado é a possibilidade de assinalar, nos Mapas da Reunião, a zona de interesse que devia ser debatida na reunião. Isso foi conseguido com o desenho de um rectângulo sobre o mapa, podendo o utilizador sempre navegar para a zona de interesse definida, clicando no botão do Mapa Inicial.

4.2 TESTES DE USABILIDADE

Concluída a fase de implementação surge a necessidade de comprovar que o GEOSYC é um sistema funcional e acessível a todos. Para tal promoveu-se a realização de testes de usabilidade. Nesta secção serão referidos, em primeiro lugar, os participantes que auxiliaram na realização destas provas, seguindo-se a descrição em que consistiram cada prova e por fim uma análise profunda aos resultados obtidos.

Diferentes técnicas de avaliação podem ser utilizadas na realização de testes de usabilidade, dependendo das pessoas que farão o teste e o contexto em causa. O modelo adoptado para testar o GEOSYC assemelha-se ao apresentado por Krug (2006), que se foca nos princípios de usabilidade a ter em conta aquando do desenvolvimento de aplicações para a Internet.

No seu modelo, Krug defende a presença pessoal do avaliador na realização dos testes, começando por uma breve introdução, onde descreve, ao utilizador, numa comunicação bastante informal, o objectivo do teste. Nessa introdução, propõe-se um questionário prévio, de modo a perceber o perfil do utilizador, e explica-se que o principal objectivo é testar a usabilidade do site e não avaliar os conhecimentos do utilizador. Krug recomenda igualmente que se deve esclarecer o utilizador de que o avaliador nem sempre poderá auxiliar em dúvidas que possam eventualmente surgir, de maneira a avaliar a capacidade de resposta do utilizador para uma situação menos óbvia.

Segue-se o teste, durante o qual, o utilizador terá de completar um conjunto de tarefas pré-definidas, devendo, as reacções do utilizador, ser registadas através de uma câmara, de modo a promover uma análise *a posteriori*. Ao longo da execução das tarefas devem ser feitos pontos de situação, interrogando o utilizador do grau de dificuldade que está a ter. No final, deve ser promovida uma análise aos resultados obtidos, fazendo uma reflexão sobre o feedback obtido e um levantamento do que se deve ou não corrigir.

4.2.1 PARTICIPANTES

Para a obtenção de resultados mais precisos houve dois requisitos necessários para a realização destes testes. Um era o facto de as pessoas terem alguma prática com aplicações Web, visto que é o que o GEOSYC representa. A segunda prendia-se com a necessidade de os utilizadores terem algum conhecimento prévio na manipulação dos Mapas da Google, estando essa necessidade inerente ao principal objectivo desta tese.

Os testes promovidos envolveram dois grupos de participantes. Um primeiro grupo genérico, onde havia desde pessoas com formação a nível de informática e Sistemas de Informação Geográfica a pessoas com outro tipo de formações e com um conhecimento menos aprofundado sobre este tipos de sistemas. Cada utilizador foi desafiado a resolver as tarefas sozinho, contudo sempre que tivesse necessidade poderia, através da Internet ou via telefone, interagir com o avaliador²⁴.

O segundo grupo reuniu somente programadores com alguns anos de experiência no desenvolvimento de aplicações Web, com dois objectivos. O primeiro objectivo foi que a aplicação GEOSYC pudesse ser avaliada a nível funcional, isto é, tendo em conta as ferramentas que foram utilizadas no seu desenvolvimento, pretendia-se verificar o seu desempenho enquanto aplicação. O segundo objectivo deveu-se à necessidade de promover reuniões virtuais em que várias pessoas pudessem interagirem entre si. Este segundo objectivo tinha igualmente como aliciante ver como o GEOSYC se comportava com várias reuniões a decorrer e, ao mesmo tempo, possibilitar uma presença física do avaliador.

²⁴ Idealmente o avaliador devia estar presente fisicamente, contudo tal não foi possível, logo a solução foi o avaliador acompanhar o teste via Internet ou telefone.

No total foram feitos vinte e cinco testes, a grupos de pessoas de diferentes sexo e faixas etárias. A maioria dos utilizadores (60%) tem formação superior. Refere-se ainda que houve contactos no sentido de promover testes de usabilidade nas instalações da ARHT, contudo, devido à indisponibilidade revelada, não foram susceptíveis de concretização.

4.2.2 QUESTIONÁRIOS

Para que os testes fossem realizados entregou-se a cada utilizador um guia, onde foi feita uma breve introdução ao contexto em que esta Dissertação se insere, assim como os pré-requisitos e objectivos do teste. Foram igualmente definidas as tarefas que cada utilizador teria de realizar. Solicitou-se ainda o preenchimento de um questionário em duas fases. Uma primeira fase em que o utilizador respondia a perguntas de foro pessoal, tais como a idade, sexo, formação, se já tinha utilizado os Mapas da Google ou se tinha participado em acções colaborativas, virtualmente, através de reuniões ou edição de documentos. Contudo, para se conhecer a apreciação de cada utilizador ao teste, nomeadamente a dificuldade que teve em concretizar as tarefas e a sua opinião sobre o que poderia ser modificado no GEOSYC, contemplou-se a existência de uma segunda fase no questionário.

O preenchimento da primeira parte do questionário foi completada antes da realização das tarefas. De seguida, o utilizador foi convidado a realizar as seguintes sete tarefas e que vão de encontro as possibilidades que o GEOSYC oferece:

- Tarefa 1: Entrar no site e consultar os detalhes para uma reunião que tenha sido convocado;
- Tarefa 2: Mudar o Mapa Pessoal;
- Tarefa 3: Inserir um novo termo no Glossário;
- Tarefa 4: Modificar um termo existente;
- Tarefa 5: Marcar uma reunião;
- Tarefa 6: Participar nessa reunião;
- Tarefa 7: Consultar o arquivo da reunião em que esteve presente.

Uma descrição mais detalhada de cada tarefa é pode ser consultada nos Anexos desta Dissertação. Como foi explicado na secção dos Participantes, dois grupos de utilizadores realizaram os testes. O grupo de programadores foi subdividido em pequenos grupos de 3 a 4 pessoas, com o objectivo de, na tarefa 6, participarem na reunião conjuntamente: Relativamente ao outro grupo, a interacção na reunião foi conseguida entre o utilizador e o avaliador. As restantes tarefas foram cumpridas da mesma forma em ambos os grupos de utilizadores.

No final pediu-se a cada utilizador que respondesse à segunda fase do questionário. Esta segunda parte, tinha apenas uma pergunta adicional para o grupo dos programadores, referente ao nível funcional do GEOSYC, para, como dito anteriormente, ser possível saber a opinião dos utilizadores em relação ao GEOSYC, enquanto aplicação Web. As restantes perguntas foram as mesmas para os dois grupos. De referir que se recorreu à ferramenta Google Docs (GD, 2010) para fazer o questionário e reunir toda a informação que contribuiu para a análise dos resultados que faremos de seguida.

4.2.3 RESULTADOS

Os testes de usabilidade servem essencialmente para medir a facilidade com que um utilizador interage com um determinado sistema. Para que fosse possível perceber a facilidade com que cada utilizador concretizou uma determinada tarefa, decidiu-se atribuir uma escala qualitativa, de 1 a 5, como resposta à maioria das perguntas. A resposta 1 significa que o utilizador discorda totalmente que determinada tarefa tenha sido fácil de realizar. Por outro lado, a nota 5 deve ser vista como concordância em absoluto em relação à pergunta em causa. Na análise que se segue utiliza-se o valor 3 como o valor médio de referência. Apresenta-se na tabela 4.1 a divulgação das respostas dos utilizadores referentes a cada uma das sete tarefas propostas:

Tarefas	1	2	3	4	5
Entrar no site e consultar a reunião para qual foi convocado.	0	2	2	8	13
Mudar o mapa pessoal.	1	3	5	4	12
Inserir um termo no Glossário.	0	1	2	8	14
Ver e Modificar o termo "Geocolaboração".	1	0	6	5	13
Marcar uma reunião.	0	3	11	8	3
Participar numa reunião.	0	3	10	8	4
Consultar uma reunião antiga.	13	1	3	2	6

Tabela 4.1 – Somatório das classificações atribuídas pelos utilizadores a cada uma das tarefas

Numa rápida análise pode-se concluir que, no geral, os utilizadores não encontraram grandes dificuldades em completar as tarefas. A única exceção aparece na última tarefa, cuja realização foi prejudicada por um erro de programação. Como já foi explicado anteriormente, para uma pessoa consultar uma reunião antiga tem de primeiro transferir as reuniões antigas do servidor. Acontece que nem sempre essa transferência foi conseguida com sucesso, o que inviabilizou a realização da tarefa. Contudo, em alguns testes essa transferência foi possível e os utilizadores conseguiram realizar a tarefa sem dificuldades de maior. Isso está bem patente na discrepância que existe na atribuição da classificação a essa tarefa, onde as duas notas mais votadas (76%) foram o 1 e o 5.

De modo a percebermos o nível de sucesso na realização de cada uma das tarefas, apresenta-se, no gráfico 4.1, a classificação média das notas atribuídas pelos utilizadores:

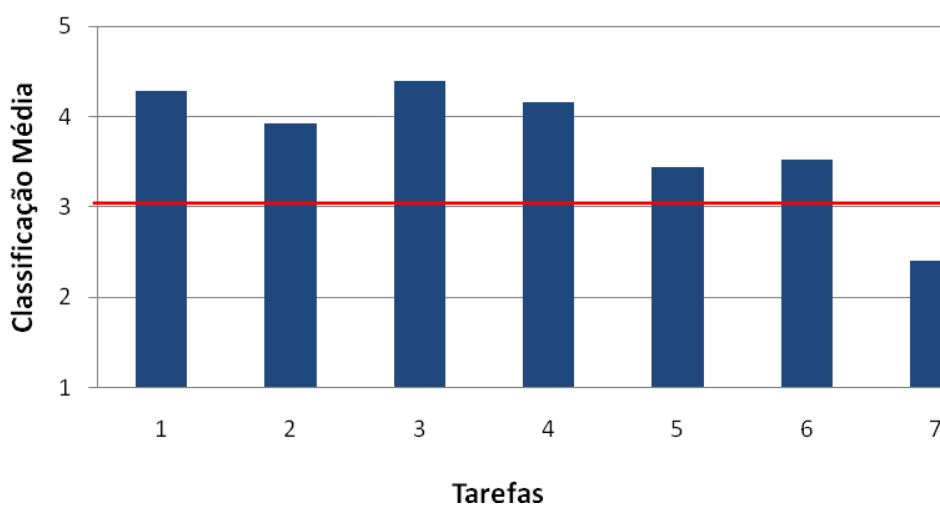


Gráfico 4.1 – Classificação média das notas atribuídas por todos os utilizadores a cada uma das tarefas do teste.

Como é possível verificar no gráfico 4.1, a realização das tarefas foi conseguida na sua maioria com relativa facilidade. Todas as tarefas obtiveram classificação positiva, acima do valor médio, com excepção para a tarefa 7 pelos motivos acima justificados. Desta forma é possível concluir que os utilizadores conseguiram tirar proveito das várias funcionalidades que o GEOSYC oferece. De modo a reforçarmos esta ideia foi pedido aos utilizadores que, no geral, classificassem o GEOSYC a nível de usabilidade e que dissessem se o usariam para tomar decisões síncronas, num determinado contexto geográfico. Os gráficos referentes a essas duas perguntas são apresentados em baixo:

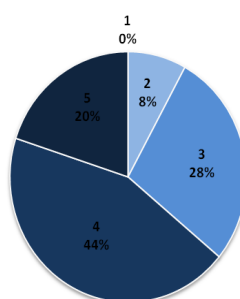


Gráfico 4.2 – Representa a percentagem das respostas à pergunta “Foi fácil usar o GEOSYC?”

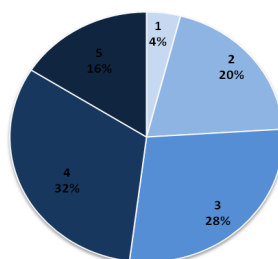


Gráfico 4.3 – Representa a percentagem das respostas à pergunta “Usaria o GEOSYC para tomar decisões, de forma síncrona, num dado contexto geográfico”?.

Os resultados obtidos a estas duas questões são bastante satisfatórios. Primeiro porque a percentagem de respostas positivas²⁵ foi elevadíssima em ambas as questões, 92% em relação a facilidade de usar o GEOSYC e 76% referentes à tomadas de decisões síncronas num dado contexto geográfico. Segundo, e directamente relacionado com o primeiro ponto, porque desta forma acreditamos que os objectivos propostos para a elaboração desta Dissertação foram conseguidos com sucesso. Lembra-se que dois dos principais objectivos eram permitir a utilizadores distribuídos fisicamente poderem tomar decisões, de forma síncrona, no âmbito da Geocolaboração e de uma forma fácil, contrariando os resultados da utilização de sistemas anteriores, reconhecidas como complexos de usar.

Como já foi igualmente referido, estes testes eram igualmente importantes para saber como o GEOSYC poderia ser visto a nível funcional. Mais uma vez a percentagem das respostas positivas foi bastante elevada, com 86% dos programadores que fizeram o teste a reconhecerem que foram tomadas as decisões correctas a nível de interface gráfica e implementação, de acordo com os pressupostos desta prova de conceito e com a arquitectura e tecnologia escolhidas, previamente explicadas antes da realização dos testes.

Por fim, foi considerado relevante saber a opinião pessoal de todos os utilizadores. Para isso os utilizadores foram convidados a revelarem se havia alguma componente que não lhes fizesse sentido existir no GEOSYC, além de outros apontamentos que quisessem partilhar. Em relação às componentes, a maioria dos utilizadores (56%) percebeu a existência de todas as componentes, embora o Glossário tenha sido a componente menos entendida. Contudo, após a explicação de que o Glossário devia ser visto não só como uma forma das pessoas poderem

²⁵ Considera-se respostas positivas todas as classificações de valor igual ou superior a 3.

colaborar de forma escrita mas também como mais um meio de Partilha de Conhecimento, conceito que é muito importante na Geocolaboração, os utilizadores acabaram, no geral, por concordar com a sua existência.

Com relação à opinião pessoal de cada utilizador, estas foram bastante divergentes, embora no geral tenham elogiado a aplicação. Houve quem preferisse não comentar, outros falaram em possíveis ferramentas a desenvolver no futuro, como vídeo-conferência na Reunião ou a possibilidade de transferir ficheiros. Pequenas modificações foram igualmente referidas, tendo algumas delas, como tornar mais intuitivo a forma de marcar uma reunião ou a transferência automática das últimas reuniões no Arquivo, sido consideradas e implementadas. A componente Arquivo, nomeadamente o erro encontrado durante a realização dos testes, foi igualmente revista e corrigida.

Resumindo, a aplicação GEOSYC teve nota positiva nos testes de usabilidade. A facilidade com que os utilizadores concretizaram as tarefas destinadas ficou bem patente ao longo desta análise, o que nos leva a concluir que o GEOSYC pode ser visto, não só como uma alternativa válida a outras aplicações colaborativas, mas também que demonstrou que, a nível funcional pode ser uma referência, nomeadamente a nível de tecnologias utilizadas, a futuras aplicações deste género.

5. Conclusão e Desenvolvimento Futuro

A Geocolaboração é uma área recente de investigação. Como tal, esta área apresenta carências, a nível de documentação, que é escassa, e a nível de ferramentas colaborativas, reconhecidas como difíceis de usar. No sentido de contribuir para um avanço na investigação científica, esta Dissertação foi elaborada, completando o trabalho colaborativo em modelo assíncrono desenvolvido por Rodrigues (2009). Como ponto de partida para a elaboração deste trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica de duas grandes áreas: Sistemas Distribuídos (SD) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A área de SD identificou que existem dois modelos que podem ser considerados na implementação de um sistema colaborativo: assíncrono e síncrono. A diferença entre eles prende-se no factor tempo em que as pessoas participam na colaboração. Num sistema assíncrono não se espera que as pessoas colaborem ao mesmo tempo, permitindo uma colaboração mais pessoal, sem conhecimento das acções dos restantes membros. As acções não são imediatamente visíveis e, como tal, a tomada de decisões torna-se um processo mais lento e ineficaz, comparativamente com um sistema síncrono, onde as acções dos colaboradores são visíveis no momento, podendo ser imediatamente discutidas e assim chegar-se a uma conclusão mais rapidamente. Este aspecto serviu de base para o desenvolvimento do sistema GEOSYC, estando presente na componente Reunião, em que colaboradores, distribuídos fisicamente, têm a possibilidade de tomar decisões em conjunto.

Ainda em relação à área de SD, foram referidas algumas vertentes que devem ser consideradas no desenvolvimento de um sistema colaborativo, nomeadamente o Controlo de Concorrência, a Análise de Sensibilidade e a Tolerância a Falhas. No que se refere ao Controlo de Concorrência, o GEOSYC implementou sistemas de validação para evitar que duas reuniões iguais fossem marcadas na componente Agenda, assim como para verificar que a disponibilidade

dos participantes para participar numa reunião fosse assegurada. Além disso, garantiu-se que, tanto a entrega das mensagens como a submissão das acções dos participantes, numa dada reunião, seguisse uma Ordem Total, de modo que todos os participantes acompanhassem a evolução da reunião da mesma forma. Com relação à Análise de Sensibilidade, utilizaram-se cores distintas para diferenciar as acções de cada utilizador no mapa geral. Outros aspectos foram igualmente considerados, como o acesso, na página inicial da aplicação, à convocatória das reuniões, assim como o surgimento de mensagens a contemplar todas as acções do utilizador e ainda a reprodução automática de uma reunião antiga na componente Arquivo. Por fim, na Tolerância a Falhas, tendo em conta que o sistema foi desenvolvido numa arquitectura cliente – servidor, com um servidor central que constitui um ponto de falha único, garantiu-se que todas as acções submetidas, tanto na preparação como na realização de uma reunião, seriam guardadas de forma persistente, no mesmo servidor.

Os aspectos a ter em conta num modelo síncrono face a um modelo assíncrono foram igualmente referidos no estudo bibliográfico relativo aos SIG. Conclui-se que sistemas colaborativos assíncronos são mais indicados quando se pretende recorrer à Participação Pública para tomar decisões, enquanto o público alvo de sistemas síncronos são especialistas da área, com prévio conhecimento de causa. Desta forma, o desenvolvimento desta Dissertação contou com o importante apoio de especialistas do grupo CIVITAS e da ARHT, no sentido de conhecer o perfil dos possíveis utilizadores do GEOSYC, garantindo, desta forma, uma aplicabilidade real.

No estudo bibliográfico sobre SIG identificou-se que um sistema colaborativo síncrono deve ter em conta aspectos como a Visualização, Espaços Públicos e Privados, a Função dos membros de uma Equipa e ainda o Factor Humano. Todos estes factores estão presentes um pouco por todas as componentes que constituem o GEOSYC, contudo analisemos em maior detalhe a Reunião. Numa reunião, cada utilizador dispõe do seu mapa privado para submeter as suas sugestões, contudo elas não são imediatamente partilhadas. Privilegiou-se desta forma o Espaço Privado de cada um. Contudo, ao serem partilhadas com os restantes membros, as sugestões irão aparecer num mapa geral, visíveis a todos os membros. O mapa geral pode ser visto não só como o Espaço público mas também como Artefacto, que as Equipas manipulam para realizar Tarefas em determinado Lugar (Antunes e André, 2006).

A Função de cada membro de uma Equipa está directamente ligada à entidade que pertence, onde o perfil técnico de cada membro pode ser uma mais valia numa reunião. Na prova de conceito desenvolvida, o perfil dos diferentes tipos de participantes foi determinado em reuniões com um representante do grupo CIVITAS e vários técnicos da ARHT, contribuindo esta Dissertação para um maior conhecimento de como trabalham as pessoas que normalmente usufruem deste tipo de sistemas. O Factor Humano está inteiramente relacionado com a presença de Equipas numa reunião. É importante que o sistema permita formas de Comunicação e Partilha de Conhecimento entre utilizadores envolvidos numa tomada de decisão. Assim, uma janela de conversação foi implementada para garantir uma interacção natural entre os participantes de uma reunião.

A Partilha de Conhecimento é igualmente possível, tanto numa colaboração escrita conseguida através da componente Glossário, como também por conhecimento georeferenciado nos vários mapas presentes no GEOSYC, através de marcadores, linhas poligonais e polígonos. Lembra-se que, independentemente de qualquer lugar, a relação entre o conhecimento georeferenciado com o Artefacto é traduzida por uma Criação de Sentido.

Para contrariar o domínio de soluções assíncronas na área da Geocolaboração e oferecer novas soluções para o desenvolvimento de sistemas colaborativos, o GEOSYC foi implementado com recurso a tecnologias recentes, tais como Google Web Toolkit (GWT), Google App Engine (GAE) e Java Data Object (JDO), em linguagem de programação Java. No sentido de provar que o sistema é completamente funcional e que a interface de utilização era fácil de usar, foram promovidos testes de utilizadores a dois grupos de pessoas: um grupo genérico e um grupo de programadores. Os resultados obtidos foram bastante positivos, tanto a nível funcional como a nível de usabilidade, podendo ser o GEOSYC visto como uma alternativa válida a sistemas mais complexos.

Em relação a trabalho futuro, o GEOSYC pode ser melhorado. Novas funcionalidades, tais como um repositório de dados ou a transferência de ficheiros ou o alerta de convocatórias para reuniões por outros meios (e-mail, por exemplo) podem ser implementadas, além da possibilidade de integrar a vista de rua, uma nova funcionalidade da Google Maps, no decorrer das reuniões. A vertente Segurança, tal como foi referido, não foi implementada, podendo ser igualmente considerada como um trabalho a desenvolver. Por fim, tendo em conta a evolução que os sistemas móveis tem apresentado, nos últimos anos, a todos os níveis, desde o

processamento, mais rápido e potente, à usabilidade (nomeadamente os ecrãs tácteis), seria um desafio interessante expandir o GEOSYC para esse tipo de sistemas. No entanto, este tipo de funcionalidades deveria ser implementado no contexto de actividades colaborativas em que se impõe a deslocação de colaboradores a zonas específicas, com o intuito de realizar trabalho de campo.

Bibliografia

Antunes, P. e André, P., (2006). A Conceptual Framework for the Design of Geo-Collaborative Systems. *Group Decision and Negotiation*, 15(3): 4-14.

Birman, K. P. e Joseph, T. A., (1987). Exploiting Virtual Synchrony in Distributed Systems. *Proc. of the eleventh ACM Symposium on Operating systems principles*. Texas, EUA, Novembro 1997.

Cai, G., (2005). Extending Distributed GIS to Support Geo-Collaborative Crisis Management. *Geographic Information Science, Special Issue on Distributed GIS*, 11(1):4-14.

Clark, H., (1996). *Using Language*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

Convertino, G., Zhao, D., Ganoë, C.H., Carroll, J.M. e Rosson, M.B., (2007). A role-based multiple-view approach to distributed geo-collaboration. *Proc. of Human-Computer Interaction International*. Pequim, China, Julho 2007.

Convertino, G., Ganoë, C., Schafer, W., Yost, B. e Carroll, J., (2005). A Multiple View Approach to Support Common Ground in Distributed and Synchronous Geo-Collaboration. *Proc. of the Third International Conference on Coordinated & Multiple Views in Exploratory Visualizations (CMV'05)*. Londres, Inglaterra, Julho 2005.

Geyer, W., Vogel, J., Cheng, L.-T. e Muller, M., (2003). Supporting activity-centric collaboration through peer-to-peer shared objects. *Proc. of the 2003 ACM Conf. on Supporting group work (GROUP '03)*. Florida, EUA, Novembro 2003.

Harrison, S. e Dourish, P., (1996). Re-place-ing space: The roles of place and space in collaborative systems. *Proc. of CSCW'96*. Boston, EUA, Novembro 1996.

Kaminsky, A. e Bischof, H., (2002). Many-to-Many Invocation: A New Object Oriented Paradigm for Ad Hoc Collaborative Systems. *17th Annual ACM Conference on Object Oriented Programming Systems, Languages, and Applications (OOPSLA 2002)*. Washington, EUA, Novembro 2002.

Kortuem, G., Schneider, J., Preuitt, D., Thompson, T.G.C., Fickas, S. e Segall, Z., (2001). When Peer-to-Peer comes Face-to-Face: Collaborative Peer-to-Peer Computing in Mobile Ad hoc Networks. *Proc. of the First International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P'01)*. Linköping, Suécia, Agosto 2001.

Krug, S., (2006). *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability*. 2ª Edição. New Riders, Berkeley, California, EUA, Janeiro 2006.

Li, Y., Bu, J., Chen, C. e Xu, X., (2004). Reliable communication based on P2P architecture on real-time collaborative editing system. *Proc. the 8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*. Xiamen, China, Maio 2004.

MacEachren, A. M., Cai, G., Brewer, I. e Chen, J., (2008). *Supporting Map-based Geocollaboration through Natural Interfaces to Large-screen Displays*.

MacEachren, A. M., (2001). Cartography and GIS: Extending collaborative tools to support virtual teams. *Progress in Human Geography*, 25(3): 431–444.

Marjanovic, O., (1999). Learning and teaching in a synchronous collaborative environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15(2): 129-138.

Peterson, M., (2007). Maps and the Internet: What a mess it is and how to fix it. *Proc. of the 23rd International Cartographic Conference*. Moscovo, Rússia, Agosto 2007.

- Preguiça, N., Martins, J.L., Domingos, H. e Duarte, S., (2005a). Integrating Synchronous and Asynchronous Interactions in Groupware Applications. *Proc. of CRIWG'2005*. Porto de Galinhas, Brasil, Setembro 2005.
- Preguiça, N., (2005b). Slides teóricos da cadeira de Sistemas Distribuídos baseado em Coulouris, G., Dollimore, J. e Kindberg, T. *Distributed Systems: Concepts and Design*, 4ª Edição, Addison-Wesley, Inglaterra.
- Preguiça, N., Martins, J.L., Domingos, H. e Duarte, S., (2000). Data management support for asynchronous groupware. *Proc. of the 2000 ACM Conf. on Computer supported cooperative work*. Filadélfia, EUA, Dezembro 2000.
- Purvis, M., Sambells, J. e Turner, C., (2006). *Beginning Google Maps Applications with PHP and Ajax: From Novice to Professional*. Apress, Nova Iorque, EUA, Agosto 2006.
- Rodrigues, R., (2009). *Spatial Operators for Collaborative Map Handling*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Informática, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Caparica, Portugal, Abril 2009.
- Russo, R., Frederick, B., Nogueira, C.,(2008). Criação de Sentido e Decisão Naturalista. *Gestão & Regionalidade*, 24(72): 27-37.
- Silva, A. e Videira C.,(2001). *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*. Centro Atlântico, V. Nova de Famalicão, Porto, Portugal, Abril 2001.
- Simão, J., Preguiça, N., Domingos, H. e Martins, J.L., (1997). DAgora: A Flexible, Scalable and Reliable Object-Oriented Groupware Platform. *Proc. of ECSCW'97 OOGP Workshop*. Lancaster, Inglaterra, Setembro 1997.
- Walsh, K., (2007). *Collaborative GIS And Its Effect on Common Ground*. Final Report for the CRA-W Distributed Mentor Project, School of Information Sciences and Technologies, The Pennsylvania State University, EUA, Julho 2007.

Wood, J.D., Wright, H. e Brodlie, K.W., (1995). CSCV - Computer Supported Collaborative Visualization. *Proc. BCS Displays Group International Conference on Visualization and Modelling*. Leeds, Inglaterra, 1995.

Worboys, M. e Duckham, M., (2004). *GIS: A Computing Perspective*. 2ª Edição, CRC, EUA.

Zhu, J. Gong, J., Liu, W., Song, T. e Zhang, J., (2007). A collaborative virtual geographic environment based on P2P and Grid technologies. *Information Sciences*, 177(21): 4621-4633.

Referências Electrónicas

AJAX(2010). *Asynchronous JavaScript and XML*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.asp.net/ajax>.

AJAXW3C(2010). *Asynchronous JavaScript and XML Tutorial*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.w3schools.com/Ajax/Default.Asp>.

APA(2010). *Agência Portuguesa do Ambiente*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.apambiente.pt/Paginas/default.aspx>.

ARHT(2010). *Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P.* Acedido em Janeiro de 2010, em: <http://www.arhtejo.pt/web/guest>.

ARHTI(2010). *Mensagem do Presidente da ARH Tejo, I.P.* Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.arhtejo.pt/web/guest/instituicao>.

A21L(2010). *Agenda 21 Local*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.agenda21local.com.br/>.

CIVITAS(2009). *Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis*. Acedido em Maio de 2009, em: <http://civitas.dcea.fct.unl.pt/>.

CSS(2010). *Cascading Style Sheets Tutorial*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.w3schools.com/Css/default.asp>.

Dictionary(2009). *Computing Dictionary Latency Definition Communications*. Acedido em Junho de 2009, em: <http://dictionary.reference.com/browse/latency>.

DOM(2010). *Document Object Model*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.w3.org/DOM/>.

DTD(2010). *Document Type Definition Tutorial*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.w3schools.com/dtd/default.asp>.

Eclipse(2010). *About the Eclipse Foundation*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.eclipse.org/org/>.

EUCC(2010). *Coastal & Marine Union*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.eucc.net/>.

GAE(2010). *Google App Engine*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://code.google.com/appengine/>.

GD(2010). *Google Docs*. Acedido em Julho de 2010, em: http://www.google.com/google-d-s/hpp/hpp_pt-PT_pt.html.

GM(2010). *Google Maps*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://maps.google.com/>.

GMGWT(2010). *Google Maps Library for Google Web Toolkit*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://code.google.com/docreader/#p=gwt-google-apis&s=gwt-google-apis&t=MapsGettingStarted>.

Google Code(2010). *Google Code Site Directory*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://code.google.com/more/>.

GWT(2010). *Google Web Toolkit Overview*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://code.google.com/webtoolkit/overview.html>.

HTML(2010). *HyperText Markup Language Tutorial*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://www.w3schools.com/html/DEFAULT.asp>.

INAG(2010). *Instituto da Água, I.P.* Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.inag.pt/>.

JavaScript(2010). *The JavaScript Source*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://javascript.internet.com/>.

JDO(2010). *Java Data Object*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://java.sun.com/jdo/>.

JDOQL(2010). *Java Data Object Query Language*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://db.apache.org/jdo/jdoql.html>.

JRMI(2010). *Java Remote Method Invocation*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/index.jsp>.

JSON(2010). *Introducing JavaScript Object Notation*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.json.org/>.

JST(2010). *Java Servlet Technology*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://java.sun.com/products/servlet/>.

MSN Messenger(2010). *Windows Live Messenger*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://explore.live.com/windows-live-messenger?os=other>.

MapQuest(2010). *MapQuest*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.mapquest.com/>.

MySQL(2009). *About MySQL*. Acedido em Maio de 2009, em: <http://www.mysql.com/about/>.

NetBeans(2010). *Welcome to NetBeans*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://netbeans.org/>.

Oracle e Sun(2010). *Overview and Frequently Asked Questions*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.oracle.com/us/038563.pdf>.

Picasa(2010). *Google Picasa*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://picasa.google.com/>.

PMF(2010). *Datastore Java API Overview*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://code.google.com/appengine/docs/java/datastore/overview.html>.

PM(2010). *About Apache JDO*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://db.apache.org/jdo/>.

Python(2010). *App Engine Python Overview*. Acedido em Junho de 2010, em: <http://code.google.com/appengine/docs/python/overview.html>.

XML(2010). *Extensible Markup Language*. Acedido em Julho de 2010, em: <http://www.w3.org/XML/>.

Anexos

Anexo A – Registo de Utilizadores

A.1 – EXEMPLO XML PARA REGISTO DE UM UTILIZADOR

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE Geosyc SYSTEM "membros.dtd">
<Geosyc>
  <Membros>
    <Membro membroID="m1">
      <Nick>Jorge</Nick>
      <Password>costa</Password>
      <Nome>Jorge Filipe Sousa Costa</Nome>
      <DataRegisto>03-12-09</DataRegisto>
      <Entidade>ARH</Entidade>
    </Membro>
  </Membros>
</Geosyc>
```

A.2 – DTD PARA VALIDAR REGISTO DE UTILIZADORES

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!ELEMENT Geosyc (Membros)>
<!ELEMENT Membros (Membro*)>
<!ELEMENT Membro (Nick,Password,Nome,DataRegisto,Entidade) >
<!ATTLIST Membro membroID ID #REQUIRED >
<!ELEMENT Nick (#PCDATA) >
<!ELEMENT Password (#PCDATA) >
<!ELEMENT Nome (#PCDATA) >
<!ELEMENT DataRegisto (#PCDATA) >
<!ELEMENT Entidade (#PCDATA) >
```

Anexo B – Testes de Usabilidade para Público Geral

B.1 – INTRODUÇÃO

Olá, o meu nome é Jorge Costa e estou-me a dirigir a ti para fazeres um teste de usabilidade e consequentemente obter o teu feedback sobre a minha prova de conceito da Dissertação de Mestrado.

Provavelmente já sabes em que consiste a minha Dissertação mas vou aproveitar para a explicar um pouco melhor de modo a que tudo fique esclarecido. O objectivo desta Dissertação é possibilitar que utilizadores distribuídos fisicamente possam tomar decisões, de forma síncrona e rápida, num dado contexto geográfico. Tudo no sentido da Geocolaboração, que não é mais que um trabalho colaborativo, em que as pessoas se juntam, por exemplo numa reunião, de forma a discutirem opiniões e tomarem decisões sobre um determinado tema, mas que envolve mapas e dados georeferenciados.

Resumindo, o teu Teste de Usabilidade será feito sobre um site onde terás umas credenciais para poderes entrar. Ao entrares encontrarás um sistema que te permite marcar, participar e rever reuniões virtuais além de um glossário onde poderás colaborar de forma escrita. Nas reuniões existem os conhecidos Mapas da Google onde poderás interagir com recurso a algumas ferramentas disponíveis, como colocar marcadores ou desenhar polígonos e linhas poligonais. Tu serás um membro das várias entidades que existem no site e que normalmente podem participar em reuniões. As entidades existentes vão de acordo com o caso de estudo a que esta Dissertação se propõe, que se relaciona com as actividades levadas a cabo pela Administração da Região Hidrográfica do Tejo (mais informações em <http://www.arhtejo.pt/web/guest/home>).

Para que fique claro, o objectivo deste teste é testar o site e não a ti. Por isso não te preocupes se estás ou não a fazer as coisas de forma correcta, pois o mais importante para mim é saber exactamente o que pensas, de maneira a poder fazer correcções ou melhorias no futuro. Podes fazer perguntas, dúvidas que possas ter ao longo do teste, contudo nem sempre responderei

pois é importante para mim saber como reagirás quando algo for menos óbvio para ti. Além de que, todas as páginas têm uma opção de “Ajuda” que podes sempre consultar.

B.2 – REALIZAÇÃO DO TESTE

Para realizar este pequeno teste de usabilidade as condições mínimas exigidas são que se tenha um computador com ligação à Internet e se aceda ao site: <http://geosync.appspot.com/>. É igualmente importante que tenhas alguma experiência em usar aplicações Web e a manipular Mapas da Google. Por fim, na tarefa de participar numa reunião (tarefa 6) existem dois cenários possíveis de teste. É preciso referir que uma reunião terá um determinado número de participantes, todos membros válidos no sistema. Logo para conseguir tirar proveito das várias funcionalidades que a Reunião oferece, nomeadamente a nível de interacção com outros participantes, os cenários são:

- a) Convidar outra pessoa para fazer o teste e desta forma conseguir interagir com ela;
- b) Caso não possas ter alguém para fazer o teste então deves abrir o mesmo site em dois *browsers* (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, etc.) distintos e entrar com a conta de outro participante na reunião.

Para aceder ao site é preciso uma credencial. A credencial não é mais que o nome do membro e respectiva password que são fornecidas no final deste documento.

A duração do teste não deverá exceder os 30 minutos e agradecia que fosse feito pela seguinte ordem:

1. Preencher em primeiro lugar um pequeno formulário com alguns dados pessoais.
2. Realização das tarefas deste teste.
3. Preencher novo formulário com perguntas específicas sobre o teu teste e o site que está a ser testado.

Para responder aos dois formulários deves aceder ao seguinte link <http://spreadsheets.google.com/viewform?formkey=dFZvT3A5amFrS2wxV05tSjFXNmJuTEE6MQ>. Agradeço que as tuas respostas sejam dadas de forma sincera e sem esquecer que todo o feedback é muito importante para a análise que farei dos resultados deste teste.

Muito obrigado pela tua participação!

B.3 – FORMULÁRIO DE DADOS PESSOAIS

Esta parte deve ser preenchida antes da realização do Teste.

Sexo *

- Masculino
- Feminino

Idade *

- 18-24
- 25-30
- 30-35
- >35

Habilitações *

- Básico - 1º Ciclo
- Básico - 2º Ciclo
- Básico - 3º Ciclo
- Secundário
- Superior

Profissão *

Com que frequência usa a Internet? *

- Muito raramente
- Uma vez por semana
- Todos os dias

Já usou os Mapas da Google (Google Maps) ? *

- Sim uso frequentemente
- Sim uso ocasionalmente
- Nunca usei

Já participou em reuniões virtuais? *

- Sim
- Não

Já usou aplicações para conversar na Internet (MSN, mIRC, Skype, ICQ, etc...) ? *

- Sim
- Não

Já contribuiu em ferramentas colaborativas (Wikipedia, Google Wave, etc ...) ? *Por ex:

Se já editou um conteúdo da Wikipedia

- Sim
- Não

B.4 – TAREFAS

TAREFA 1:

Entrar no site (fazer login) com o teu nome de membro e password fornecidas e de seguida consultar os detalhes da reunião para qual foste convocado.

TAREFA 2:

Mudar e gravar a localização do teu mapa pessoal, para a zona de Cais de Sodré, em Lisboa. Podes pesquisar por “Cais de Sodré, Lisboa”.

TAREFA 3:

Inserir no Glossário um dos termos apresentados abaixo e que ainda não exista. A definição do termo é de texto completamente livre, como por exemplo “a minha definição.”

Actividades Síncronas ; Agente humano ; Ambientes Geográficos Virtuais ; ARH ; Artefacto ; CIVITAS ; Equipa ; Escrita Colaborativa ; Espaço colaborativo ; Geocolaboração ; Gestão de Crises ; Internet ; Linhas Poligonais ; Mapas Argumentativos ; Mapas da Google ; Marcadores ; Modelo Colaborativo Espacial ; Participação Pública ; Partilha de Conhecimento ; Polígono ; Sistemas de Informação Geográfica ; Sistemas de Múltiplas Vistas ; Suporte à Decisão Espacial ; Terreno Comum ; Trabalho Cooperativo Suportado por Computadores ; Visualização

TAREFA 4:

Ver o termo “Geocolaboração” do Glossário. De seguida modificar o termo “Geocolaboração” acrescentando o teu nome de membro na primeira linha da definição.

TAREFA 5:

Marcar uma reunião. A reunião deve ser do tema PGRH e com a descrição “A minha primeira reunião”. O mapa deve ter um marcador cujo nome é o teu nome de membro, na descrição deves escrever “O meu primeiro marcador”, com o seguinte URL para imagem <http://i.olhares.com/data/big/5/56818.jpg>. O marcador deve ser movimentado para uma localização à tua escolha. Deve ser agendada para o teu próximo aniversário, às 16h e com uma duração à tua escolha. Como participantes deve ter o membro Jorge da ARH e um membro que pertença à EUCC.

TAREFA 6:

Participar na reunião que marcaste para o teu dia de anos e no fim terminá-la. Durante a reunião podes interagir da forma que quiseres com os restantes membros, desde conversando, submetendo novas alterações ao teu mapa privado ou visualizar alterações feitas pelos restantes membros. É obrigatório que antes de Terminares a Reunião todos os membros que estejam presentes tenham partilhado pelo menos um novo objecto.

TAREFA 7:

Consultar a reunião em que estiveste presente.

B.5 - FORMULÁRIO DOS RESULTADOS DO TESTE

Esta parte deve ser preenchida após teres concluído todas as tarefas do teste. Nas perguntas que tiverem um intervalo de 1-5 valores, devem ser interpretadas da seguinte forma: 1- Discordo Totalmente 5- Concordo Totalmente

Foi fácil realizar a Tarefa 1? * (Entrar no site e consultar a reunião para qual foste convocado)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 2? * (Mudar o mapa pessoal)

- 1
- 2
- 3

- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 3? * (Inserir um termo no Glossário)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 4? * (Ver e Modificar o termo "Geocolaboração")

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 5? * (Marcar uma reunião)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 6? * (Participar numa reunião)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Foi fácil concretizar a Tarefa 7? * (Consultar uma reunião antiga)

- 1
- 2
- 3

4 5

Foi fácil usar o GEOSYC? *

 1 2 3 4 5

Usaria o GEOSYC para tomar decisões, de forma síncrona, num dado contexto geográfico? *

 1 2 3 4 5

Houve alguma funcionalidade presente no GEOSYC que não percebeu a sua utilidade? *

 Nenhuma, todas me fizeram sentido existir. Dados Pessoais Glossário Agenda Reunião Arquivo

Na tua opinião que outras funcionalidades deviam existir neste sistema?

Algum comentário / sugestão final?

Anexo C – Teste de Usabilidade Para Grupo de Programadores

C.1 – INTRODUÇÃO

Igual ao do Anexo B.1.

C.2 – REALIZAÇÃO DO TESTE

Igual ao do Anexo B.2.

C.3 – FORMULÁRIO DE DADOS PESSOAIS

Igual ao do Anexo B.3.

C.4 – TAREFAS

Igual ao do Anexo B.4, com a seguinte diferença nos participantes da Tarefa 5:

Em relação aos participantes se fores o Coordenador do Grupo deves convocar os restantes membros do teu grupo. Caso contrário deves convocar outros dois membros:

- Grupo A: Joao da Autarquia Local e Armanda da ARH.
- Grupo B: Coralia da APA e Marc do INAG
- Grupo C: Patricia do INAG e JoaoPedro da Autarquia Local
- Grupo D: Daniel da APA e RuiN da EUCC

C.5 – FORMULÁRIO DOS RESULTADOS DO TESTE

Igual ao do Anexo B.5 com a inclusão da pergunta:

A nível funcional, como classificaria o GEOSYC? * (As notas de 1 a 5 devem ser vistas como: 1 - Péssimo; 2- Mau; 3- Razoável; 4- Bom; 5 – Excelente)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5