

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**Faculdade de Ciências**  
**Departamento de Informática**



**ADEQUAÇÃO TÉCNICA DE PLATAFORMAS  
E-LEARNING À REALIDADE DA FCUL**

**Jorge Miguel Alves Sá Pereira**

**MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
Especialização em Sistemas de Informação

2010



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**Faculdade de Ciências**  
**Departamento de Informática**



**ADEQUAÇÃO TÉCNICA DE PLATAFORMAS  
E-LEARNING À REALIDADE DA FCUL**

**Jorge Miguel Alves Sá Pereira**

**PROJECTO**

Projecto orientado pelo Prof. Doutor João Pedro Guerreiro Neto  
e co-orientado pelo Lic. Pedro Miguel Gomes Silva Rosa

**MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
Especialização em Sistemas de Informação

2010



## Agradecimentos

Aos meus pais a oportunidade que me deram para aprofundar ainda mais os conhecimentos na área de sistemas de informação com a realização do Mestrado em Engenharia Informática.

Ao meu orientador, o Prof. Doutor João Pedro Neto pela sua ajuda, disponibilidade e motivação para a conclusão deste projecto.

Ao meu co-orientador, o Lic. Pedro Rosa, a possibilidade de conhecer a área de *e-learning* com a realização deste PEI.

Aos meus colegas, Guilherme Morais e Francisco Estanqueiro pelos momentos bem passados no Centro de Informática durante a realização do PEI.

À Susana Pereira, ao Paulo Bastos, ao Rui Nunes, bem como a outros elementos do Centro de Informática por toda a ajuda disponibilizada.

E por fim, mas não menos importante, a todos os meus amigos por serem quem são e por nunca deixarem de me apoiar nesta etapa importante do meu ciclo de estudos.



*Aos meus pais e amigos.*



## Resumo

Este documento descreve o trabalho realizado no âmbito da disciplina de Projecto em Engenharia Informática (PEI) do Mestrado em Engenharia Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).

O projecto centra-se na adequação de plataformas *e-learning* à realidade da FCUL. Deste modo o candidato teve de analisar a realidade da faculdade, as plataformas existentes e as quais satisfazem as necessidades da instituição, e ainda sugerir a eventualidade de aquisição de infra-estruturas para garantir um serviço de qualidade aos mais de três mil utilizadores da plataforma.

Um dos objectivos principais do projecto era a implementação de uma solução que gerisse toda a parte de administração de utilizadores, disciplinas e projectos na plataforma Moodle de forma automatizada.

A solução foi desenvolvida com o intuito de integrar o site de gestão da FCUL, utilizando como linguagens de programação PHP, SQL, HTML, JavaScript e AJAX. A aplicação permite que sejam criadas disciplinas, projectos e utilizadores de forma simples e eficaz. A comunicação com a plataforma Moodle é realizada através de uma API em SOAP para a troca de informação entre o Moodle e o site de gestão.

**Palavras-chave:** *e-learning*, Moodle, webservices, FCUL



## Abstract

This document describes the work done within the discipline of Project in Informatics Engineering for the Master in Computer Engineering on Faculty of Science of University of Lisbon (FCUL).

The project focuses on the appropriateness of e-learning platforms to FCUL. Thus the candidate had to analyze the reality of the faculty, the existing platforms and which meet the needs of the institution, and also suggest the needs of infrastructure acquisition to ensure a quality service to more than three thousand users. The main goal of the project was to implement a solution that managed all administration tasks like users, disciplines and projects in the Moodle platform in an automated way.

The solution was developed to be integrated on FCUL's management website, using programming languages like PHP, SQL, HTML, JavaScript and AJAX. The application allows the creation of users, disciplines and projects in a simple and effective way. The communication with Moodle platform is done through a SOAP API to exchange information between Moodle and gestão website.

**Keywords:** e-learning, Moodle, webservices, FCUL



# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xv</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xvii</b>
<b>Abreviaturas</b>	<b>xix</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação . . . . .	1
1.2 Objectivos . . . . .	2
1.3 O Centro de Informática da FCUL . . . . .	2
1.4 Estrutura do documento . . . . .	3
<b>2 Análise da plataforma adequada</b>	<b>5</b>
2.1 Estudo da situação actual da FCUL e UL . . . . .	5
2.2 Analisar as soluções existentes . . . . .	8
2.2.1 Comparação . . . . .	10
2.3 Análise da capacidade de integração com o SiGES da FCUL . . . . .	13
2.4 Adequação à realidade técnica da FCUL . . . . .	14
2.5 Escolha da plataforma adequada . . . . .	15
2.6 Investimento em infra-estruturas . . . . .	16
2.6.1 Arquitectura actual . . . . .	17
2.6.2 Arquitectura aconselhada . . . . .	18
<b>3 Adequação técnica</b>	<b>21</b>
3.1 Adequação técnica da plataforma . . . . .	21
3.1.1 Sistema de cópias de segurança . . . . .	21
3.1.2 Utilização dos códigos de identificação de utilizadores, disciplinas e projectos . . . . .	21
3.1.3 Integração do Moodle com o sistema de <i>Single Sign-On</i> da FCUL	22
3.2 Implementação da aplicação . . . . .	22
3.2.1 Análise de requisitos . . . . .	23
3.2.2 Arquitectura da aplicação . . . . .	24

3.2.3	Tecnologias utilizadas . . . . .	25
3.2.4	API Moodle <i>Web Services</i> . . . . .	26
3.2.5	Disciplinas . . . . .	27
3.2.6	Projectos . . . . .	30
3.2.7	Área de administração . . . . .	32
3.2.8	Manutenção Programada . . . . .	35
3.3	Testes à aplicação . . . . .	36
3.3.1	Testes funcionais . . . . .	36
3.3.2	Testes não funcionais . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Conclusão e trabalho futuro</b>	<b>39</b>
4.1	Conclusão . . . . .	39
4.2	Trabalho futuro . . . . .	40
	<b>Bibliografia</b>	<b>41</b>





# Lista de Figuras

2.1	Portal das disciplinas da FCUL . . . . .	6
2.2	Moodle da FCUL . . . . .	7
2.3	Arquitectura actual da plataforma Moodle . . . . .	17
2.4	Sugestão de arquitectura aconselhada para a plataforma Moodle . . . . .	19
3.1	A arquitectura da aplicação . . . . .	25
3.2	Modelo de comunicação através de SOAP . . . . .	27
3.3	Página principal da secção Moodle - Disciplinas . . . . .	28
3.4	Detalhes de uma disciplina - Docente não é o responsável . . . . .	29
3.5	Formulário de submissão para a criação de disciplina no Moodle . . . . .	29
3.6	Página principal da secção Moodle - Projectos . . . . .	30
3.7	Formulário de submissão para a criação de projecto no Moodle . . . . .	31
3.8	Detalhes de um projecto . . . . .	31
3.9	Pedido de criação de utilizador externo . . . . .	32
3.10	Pedidos por validar . . . . .	32
3.11	Detalhes de um pedido de disciplina por validar . . . . .	33
3.12	Resumo do processo de validação de um pedido de disciplina . . . . .	34
3.13	Utilizador já existente no Moodle . . . . .	34
3.14	Adicionar um utilizador ao Moodle . . . . .	34
3.15	Pesquisa pela disciplina a inscrever os alunos . . . . .	35
3.16	Relatório de execução do processo de inscrição de alunos na disciplina . . . . .	35



# Lista de Tabelas

2.1	Funcionalidades para os estudantes . . . . .	11
2.2	Funcionalidades para os docentes . . . . .	12
2.3	Requisitos das plataformas e licenciamento . . . . .	14
2.4	Tipos de autenticação suportados . . . . .	14



# Abreviaturas

<b>AJAX</b>	Asynchronous Javascript And XML
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>CAS</b>	Central Authentication Service
<b>CI</b>	Centro de Informática
<b>CMS</b>	Course Management System
<b>FCUL</b>	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>JSP</b>	Java Server Pages
<b>LCMS</b>	Learning Content Management System
<b>LDAP</b>	Lightweight Directory Access Protocol
<b>LMS</b>	Learning Management System
<b>PHP</b>	Hypertext Preprocessor
<b>SiGES</b>	Sistema Integrado de Gestão do Ensino Superior
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>UL</b>	Universidade de Lisboa
<b>VLE</b>	Virtual Learning Environment



# Capítulo 1

## Introdução

O presente relatório descreve o trabalho realizado no âmbito da disciplina de Projecto de Engenharia Informática (PEI) do Mestrado em Engenharia Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Este projecto foi desenvolvido nas instalações do Centro de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).

Neste capítulo é apresentada a motivação, os objectivos, a instituição de acolhimento e a estrutura deste documento.

### 1.1 Motivação

*You can't teach people everything they need to know. The best you can do is position them where they can find what they need to know when they need to know it.*

*by Seymour Papert*

Com o forte crescimento de conteúdos na internet, hoje em dia facilmente se encontra informação relevante sobre o que procuramos, quer por prazer quer por necessidade.

As plataformas de *e-learning* permitem, às instituições que as usam, a possibilidade de optar por cursos inteiramente *online* ou por cursos que sirvam de suporte a aulas presenciais. No caso da FCUL, o principal objectivo da implementação deste tipo de plataformas será como complemento às aulas presenciais com vários recursos, desde acetatos das aulas a fichas de apoio, não deixando de parte referências a sites relevantes aos conteúdos leccionados.

Uma vez que este tipo de plataformas passa pela gestão e organização de utilizadores e conteúdo, será necessário adequar certas funcionalidades das plataformas ao modo de funcionamento das instituições.

## 1.2 Objectivos

O projecto tem como objectivo a adequação de plataformas de *e-learning* na FCUL, por isto entenda-se, a escolha de uma ou mais plataformas que sirvam de suporte às demais actividades realizadas na FCUL como, por exemplo, partilha de ficheiros de aulas e de grupos de investigação. Também facilitar a comunicação, a partilha de conhecimento e divulgação entre diferentes pessoas na FCUL, quer alunos, quer professores.

Ao candidato é pedida que a escolha da plataforma tenha como base a realidade actual da FCUL e da UL, que analise a oferta de plataformas de *e-learning* no mercado e que satisfaçam os requisitos funcionais e técnicos da FCUL.

Para que o serviço de *e-learning* seja de qualidade e tolerante a faltas é ainda necessário que se estude a necessidade de aquisição de infra-estruturas de suporte.

Como objectivo principal, o candidato deve implementar uma solução que permita uma gestão automática de utilizadores, disciplinas e projectos entre a plataforma de *e-learning* e a base de dados dos Serviços Académicos.

## 1.3 O Centro de Informática da FCUL

O Centro de Informática (CI) [1] é a Unidade Orgânica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) [2] responsável pela gestão da rede Internet da Faculdade de Ciências, bem como dos diversos serviços a ela associados, nomeadamente *e-mail* e páginas *web*. A manutenção de alguns sistemas de informação, tais como as bases de dados relativas à gestão dos utilizadores (docentes, funcionários e alunos) e as correspondentes (URL) páginas amarelas, está também a cargo do CI.

O Centro de Informática tem ainda a seu cargo o apoio técnico a todos os funcionários da Faculdade, através de um serviço de Help Desk. Contudo, a prestação de apoio especializado é realizada no âmbito de acordos de colaboração com as várias unidades orgânicas da FCUL. Este apoio inclui:

- Gestão e apoio técnico (instalação de *hardware* e *software*)
- Gestão de laboratórios de alunos
- Aconselhamento e acompanhamento na aquisição de *software* e *hardware*

Outros serviços também prestados de uma forma regular, e igualmente no âmbito de acordos expressos, incluem:

- Apoio a conferências ou reuniões científicas
- Alojamento de equipamentos
- Aconselhamento e acompanhamento na aquisição de *software* e *hardware*

O CI mantém também acordos com unidades da Universidade de Lisboa externas à FCUL, projectando a faculdade no exterior e permitindo uma melhor gestão dos seus recursos humanos.

## 1.4 Estrutura do documento

Este documento encontra-se organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 - Este capítulo descreve a etapa de análise da plataforma adequada realizada pelo candidato. Análise da situação actual das plataformas *e-learning* na FCUL e UL. Análise de diferentes plataformas *e-learning*. Neste capítulo é ainda analisado a arquitectura mínima que satisfaça as necessidades para um serviço de *e-learning* de qualidade na FCUL.
- Capítulo 3 - Neste capítulo são indicadas as adequações feitas pelo candidato na plataforma de *e-learning*. É ainda apresentada a aplicação desenvolvida em conjunto com a arquitectura do sistema, metodologias, ferramentas utilizadas e testes aplicacionais.
- Capítulo 4 - Neste último capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho.



# Capítulo 2

## Análise da plataforma adequada

### 2.1 Estudo da situação actual da FCUL e UL

Actualmente a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa possui algumas plataformas de *e-learning*, quer versões comerciais quer versões *open source*.

Desde o ano 2005 que está implementado na FCUL o Portal da Disciplinas. Esta é uma plataforma Microsoft Office SharePoint Portal Server 2003 que actualmente dá suporte a disciplinas através da partilha de recursos disponibilizados pelos docentes e às comissões de curso de vários departamentos. Gere a marcação de salas do Departamento de Biologia Ambiental e Vegetal, como a sala de Vídeo-conferência a cargo do Centro de Informática.

Desde 2005 que existe na FCUL a plataforma Moodle. Em 2006 foi migrado para o Moodle da UL nos Serviços Informáticos da Reitoria da Universidade de Lisboa. No ano lectivo de 2008/2009 esta plataforma voltou a ganhar relevância na FCUL sendo criada o Moodle da FCUL.

Uma vez que o Moodle mostrou-se vantajoso relativamente ao Portal das Disciplinas, quer na adaptabilidade e na personalização, passando pela possibilidade de instalar qualquer um dos módulos disponíveis para a plataforma e tendo uma gestão simples e eficaz de utilizadores/disciplinas, este ano lectivo 2009/2010 foi iniciada a migração das disciplinas, ou seja, a criação de novas disciplinas na plataforma Moodle descontinuando as mesmas no Portal das Disciplinas.

Com o forte crescimento da plataforma Moodle na FCUL e, por falta de experiência por parte dos docentes e demais interessados em aprender a utilizar a plataforma, a FCUL está a investir em acções de divulgação, formação e esclarecimento de dúvidas aos utilizadores do Moodle.

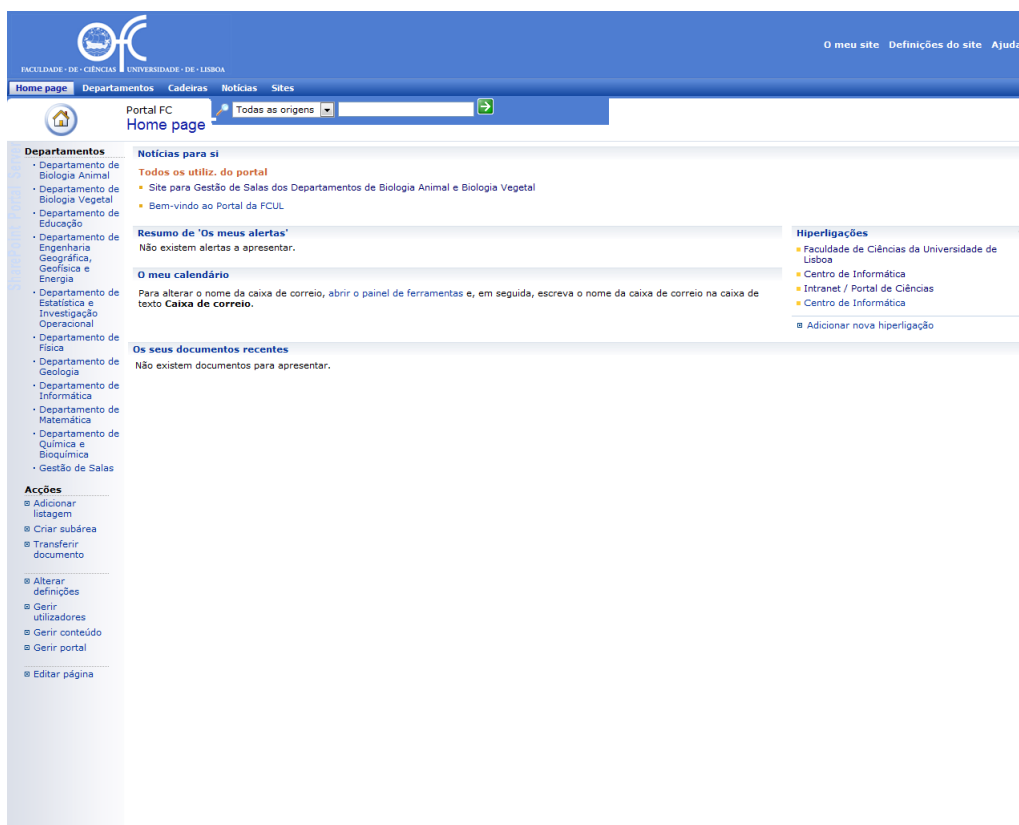


Figura 2.1: Portal das disciplinas da FCUL

Utilizador não identificado. (Entrar)  
Português - Portugal (pt)

**Menu principal**

- FCUL
- Portal Académico
- Universidade de Lisboa
- Centro de Informática

**Outros Moodles FC**

- Departamento de Informática
- Projecto Rocha Amiga
- Instituto de Educação

**Utilizadores activos**  
(nos últimos 5 minutos)

**Bem vindo ao Moodle da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa**

O Centro de Informática está a fazer a emissão via Internet da Conferência Internacional "The Mathematics of Darwin's Legacy", realizada no Complexo Interdisciplinar e na FCUL nos dias 23 e 24 de Novembro. [Veja aqui](#) a emissão ao vivo.

**Sessão de Divulgação Moodle@FCUL**

Veja [aqui](#) o vídeo (on-demand) da Sessão de Divulgação do Moodle na FCUL realizada no passado dia 5 de Novembro.

**Workshops de formação "Moodle\_FCUL"**

**Objectivo:** apoiar a utilização da plataforma Moodle por parte de docentes e investigadores da FCUL.

**Competências a desenvolver:** organização e configuração de disciplinas  
edição de funcionalidades básicas  
gestão de alunos/participantes

**Local:** edifício C1  
**Datas:** 2 Dez + 16 Dez + 6 Jan (G1)  
3 Dez + 17 Dez + 7 Jan (G2)

**Formulário de Inscrição (até 25 Nov 09)**

Para aceder aos conteúdos das cadeiras, por favor faça login com a sua conta institucional da FCUL (alunos: username@alunos.fc.ul.pt; docentes: username@fc.ul.pt)

Os docentes que pretendam colocar a sua cadeira neste sítio, por favor contactem o CI através do e-mail [suporte@fc.ul.pt](mailto:suporte@fc.ul.pt) com as seguintes informações: Código da Disciplina, Nome da Disciplina, Descrição da Cadeira (Licenciatura/Mestrado); Departamento da Disciplina; Username do Responsável da Cadeira.

O CI procederá à inclusão de todos os alunos que estejam inscritos oficialmente na cadeira (no Sistema de Gestão Académico da FCUL). Por favor contacte o Suporte para qualquer alteração a esta listagem ou para cadeiras cuja responsabilidade de gestão académica seja exterior à FCUL (ex. cursos em várias Faculdades da UL).

**Grupos de disciplinas**

Sistema de Apoio Moodle	1
Departamento de Biologia Animal	6
Departamento de Biologia Vegetal	5
Departamento de Engenharia Geografica Geofisica e Energia	10
Departamento de Estatística e Investigação Operacional	9

**Entrar**

Nome de utilizador   
Senha   
  
[recuperar senha](#)

**Últimas notícias**

12 Nov, 18:11  
Projecto Moodle\_FCUL  
Workshops Formação  
"Moodle\_FCUL" mais...

4 Nov, 23:56  
Projecto Moodle\_FCUL  
Sessão Divulgação  
"Moodle\_FCUL" mais...  
[Tópicos mais antigos...](#)

**Calendário**  
Novembro 2009

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

**Statistics**

Acessos de hoje: 191  
Total de utilizadores: 2104  
Total de cursos: 95

Figura 2.2: Moodle da FCUL

## 2.2 Analisar as soluções existentes

Nos dias de hoje existem várias plataformas de *e-learning*, desde *open source* a versões comerciais. Num leque tão vasto ao nosso dispor será necessário estudar e analisar as vantagens e desvantagens, a adaptação e adaptabilidade, a personalização e a extensibilidade de cada plataforma.

Uma das grandes prioridades para a FCUL e, que deverá ser tida em conta, é a escolha de *software open source*. Não descartando as possibilidades de uma plataforma de *e-learning* comercial, há que procurar e analisar soluções *open source* que tenham as mesmas funcionalidades que as versões comerciais.

Previamente foram recolhidos nomes de plataformas *e-learning* de ambas as versões para a análise, mas por indisponibilidade e/ou inexistência de versões de demonstração das plataformas com versões comerciais, o candidato apenas pôde analisar com maior detalhe as versões *open source*.

Dessa lista constam as seguintes plataformas:

- Versões *open source*:

- Moodle
- Claroline
- ATutor
- OLAT

- Versões comerciais:

- Blackboard
- SharePointLMS
- JoomlaLMS

Grande parte das plataformas de *e-learning* são designadas por VLE (Virtual Learning Environment), que significa ambientes de ensino virtuais. No entanto existem conceitos que diferem de plataforma para plataforma. Esses conceitos dizem respeito ao sistema de gestão para o qual foram criados. Temos como exemplos:

- CMS – *Course/Content Management Systems* são plataformas orientadas à criação de conteúdos *online* com carácter pedagógico, servindo de apoio à formação presencial.
- LMS – *Learning Management Systems* são plataformas sobretudo dedicadas à formação *online*, sem necessidade de acompanhamento presencial. Neste tipo de plataformas não é possível a criação de cursos.

- LCMS – *Learning Content Management Systems* são semelhantes às plataformas LMS acrescentado a possibilidade de criar conteúdos e cursos.

### **Moodle**

O Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment ) [5] é um Course Management System (CMS), um pacote de *software* para criar cursos *online* e páginas *web*.

Este *software* é usado um pouco por todo o mundo, quer em universidades e escolas como também em empresas e outras instituições.

Hoje em dia é das plataformas de *e-learning* mais utilizadas, sendo que existem registadas 47,930 plataformas Moodle em 211 países.

Por ser um dos CMS mais conhecidos e por ser *open source* o seu desenvolvimento tem vindo a crescer gradualmente ao longo dos tempos. De modo que em 2003 foi fundada a empresa moodle.com com o propósito de prestar sobretudo suporte comercial, não deixando também de parte os serviços de alojamento, consultoria.

### **Claroline**

A plataforma Claroline [6] é uma outra também bastante conhecida. É também *open source*, mas para além de ser uma plataforma de *e-learning* é também uma plataforma de e-Working, desta maneira permite criar cursos *online* e gerir as actividades de ensino e de colaboração na *web*.

Segundo números do site oficial do Claroline, este *software* existe em 101 países e é utilizada por 1699 organizações.

### **ATutor**

O ATutor [7] é um *software open source* do tipo Learning Content Management System (LCMS) usado para a criação de cursos *online*. Este *software* é utilizado em diversos contextos, como gestor de cursos *online*, desenvolvimento profissional contínuo para professores, desenvolvimento de carreira e investigação académica.

Em termos de utilização deste *software* não são conhecidos quaisquer números oficiais da sua utilização.

### **OLAT**

O OLAT (Online Learning And Training) [8] é um *software open source* de tipo Learning Management System baseado em Java (JSP).

Este *software* é utilizado por diversas universidades com milhares de utilizadores como a Universidade de Zurique e a Universidade de Hamburgo.

## Blackboard

Blackboard Learning System [9] é possivelmente o *software* de *e-learning*, de versão comercial, mais conhecido no mundo. Desde a sua fase de desenvolvimento este *software* tem sido direccionado para a instituições de ensino, o que faz com que seja uma das melhores plataformas e mais conhecidas.

## SharePointLMS

O SharepointLMS [10] é baseado na tecnologia Microsoft Office Sharepoint Server 2007 e integrado com o Microsoft Office Communication Server 2007.

Para a instalação são necessários diversos *softwares* proprietários e de custo elevado, como é o caso de Windows Server 2003, Microsoft SQL Server, Microsoft Office Sharepoint Server 2007.

## JoomlaLMS

JoomlaLMS [11] é uma componente comercial para o *software* Joomla *Web Content Management System* (CMS). Esta componente permite aos utilizadores a criação de conteúdos *online* dedicados a *e-learning*.

### 2.2.1 Comparação

Para uma melhor análise e comparação das diversas plataformas foram elaboradas tabelas (EduTools [18]) [20] separadas pelas funcionalidades para os utilizadores (estudantes e docentes) como também os requisitos de *hardware* e tipos de autenticação suportados. Na construção das tabelas foram utilizados os seguintes símbolos:  $\checkmark$  - suporta, + - suporta através de *add-ons*,  $\times$  - não suporta.

Na tabela 2.1 é possível verificar as funcionalidades que as plataformas oferecem para os estudantes, podendo estas ser divididas em três categorias: "Comunicação", "Produtividade" e "Envolvimento".

As funcionalidades disponíveis para os docentes estão separadas em duas categorias distintas: "Gestão do cursos e avaliação de estudantes" e "Desenvolvimento de conteúdo". A secção "Gestão do cursos e avaliação de estudantes" da tabela 2.2 permite-nos ainda ver os tipos de testes suportados pelas aplicações. Já na gestão automática de testes é possível apresentar as perguntas e respostas dos testes de forma aleatória.

O Moodle é a plataforma que suporta uma maior variedade de testes. Suporta escolha múltipla, correspondência, ordenar frases, cálculos, preencher espaços em branco, resposta rápida, questionários, perguntas tradicionais. Ainda suporta a utilização de conteúdos media e permite a criação de outros tipos de testes. Logo de seguida o Blackboard é o que disponibiliza mais variedade, sendo que a plataforma Claroline é a que oferece menor variedade na escolha dos testes.

Software	Blackboard	Claroline	JoomlaLMS	Moodle	OLAT	Atutor	SharePointLMS
Comunicação							
Fórum de discussão	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Troca de ficheiros	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E-mail interno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Anotações	✓	×	✓	×	✓	✓	×
Chat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Whiteboard	✓	×	✓	+	×	+	✓
Produtividade							
Favoritos	✓	×	×	×	✓	×	✓
Calendário	✓	✓	✓	✓	✓	+	✓
Pesquisa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Trabalho Offline	✓	×	✓	×	✓	✓	✓
Orientação/Ajuda	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Envolvimento							
Grupos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Páginas pessoais	✓	×	✓	×	✓	+	✓

Tabela 2.1: Funcionalidades para os estudantes

As ferramentas de marcação *online* permite indicar quais os alunos que devem fazer determinadas tarefas ou testes. As notas *online* são uma das componentes essenciais pois não só facilitam a publicação das notas aos docentes, como também permitem que de forma rápida sejam vistas todas as componentes de avaliação e os métodos de cálculo para as notas finais. A gestão de cursos permite aos docentes definir um período específico com data de início e data de fim para a publicação de tarefas, anúncios e materiais didáticos entre outros. No acompanhamento dos estudantes é possível ao docente observar o progresso dos seus alunos. Na categoria de desenvolvimento de conteúdo estão presentes aspectos interessantes como a possibilidade de partilha de conteúdo ou a sua reutilização. Neste aspecto a única plataforma que oferece a possibilidade de reutilização de recursos é o Blackboard, sendo que todas elas, à excepção do Claroline, apenas permitem a partilha de conteúdo.

Software	Blackboard	Claroline	JoomlaLMS	Moodle	OLAT	Atutor	SharePointLMS
Gestão de curso e avaliação de estudantes							
Vários tipos de testes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão automática de testes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ferramentas de marcação <i>online</i>	✓	×	✓	✓	✓	✓	×
Notas <i>online</i>	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão de cursos	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Acompanhamento dos estudantes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desenvolvimento de conteúdo							
Reutilização/partilha de conteúdo	Reutilização e partilha	×	Partilha	Partilha	Partilha	Partilha	Partilha
Modelos de conteúdo	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Customização	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ferramentas de autoria	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓

Tabela 2.2: Funcionalidades para os docentes

## 2.3 Análise da capacidade de integração com o SiGES da FCUL

Quando se implementa uma plataforma de *e-learning* numa universidade, para apoio às disciplinas, como é o caso da FCUL, é necessária a criação de vários cursos, disciplinas, associar os docentes responsáveis pelas disciplinas e os respectivos alunos.

Uma vez que na FCUL é utilizado o SiGES (Sistema integrado de Gestão do Ensino Superior), onde se encontra armazenada toda a informação relativa ao corpo discente e docente assim como as disciplinas existentes, é necessária a verificação de quais as plataformas analisadas capazes de integrar a informação do SiGES tornando assim possível a criação de disciplinas e inscrição de alunos de forma automática.

Como referido na secção anterior, o candidato não conseguiu analisar alguns detalhes das plataformas. No entanto do que foi possível analisar apenas a plataforma Moodle oferece a possibilidade de integrar bases de dados externas para o controlo de inscrições e criações de disciplinas. Esta funcionalidade é fundamental pois não só permite a inscrição dos alunos nas disciplinas de forma automática, como garante a coerência entre as inscrições na Moodle e os registos no SiGES, garantindo que alunos não inscritos para a frequência de disciplinas nos Serviços Académicos se inscrevem a disciplinas no Moodle.

O Moodle suporta uma vasta gama de bases de dados, nomeadamente Oracle, Microsoft SQL Server, MySQL, Access, IBM DB2, Postgre SQL entre muitos outros. Para a sincronização da informação entre a base de dados externa e o Moodle, é utilizado um script que processa toda a informação da base de dados e interpreta-a para o Moodle.

Na criação de disciplinas é possível definir a categoria onde estas devem ser colocadas e escolher um tema de apresentação por omissão. Mas estas funcionalidades ainda apresentam lacunas. Uma das mais importantes é aquando a criação da disciplina não ser possível especificar o nome da disciplina. Outra das funcionalidades não totalmente suportada é que caso um utilizador não exista no Moodle, as suas inscrições nas disciplinas não se realizam.

Para o mapeamento da informação da base de dados externa com a informação do Moodle, o utilizador deverá escolher três campos a relacionar sendo que são recomendados o código de identificação da disciplina, o código de identificação do aluno e o nome curto do perfil a ser atribuído (ambos os códigos de identificação são únicos em toda a plataforma Moodle). Depois deve-se indicar os campos da base de dados externa a ser utilizados.

A integração com o SiGES não é de todo facilitada uma vez que não existe nenhuma tabela que contenha o código da disciplina e o código do utilizador criando a relação de ‘O aluno identificado com o código X está inscrito nesta disciplina com o código Y para o presente ano lectivo’ e que seja possível cruzar com os códigos utilizados no Moodle.

## 2.4 Adequação à realidade técnica da FCUL

Durante o processo de escolha de uma plataforma de *e-learning* não só é necessário analisar as funcionalidades suportadas, como é necessário ter em conta os requisitos de *hardware* e *software* das plataformas.

A plataforma que requer mais *software* comercial é o SharepointLMS. Para a sua implementação são necessários um servidor com ambiente Microsoft Windows Server 2003, uma base de dados Microsoft SQL Server e ainda o Microsoft Office Sharepoint Server 2007.

Na tabela 2.3 é possível observar os requisitos de *hardware* e *software* necessários por cada uma das plataformas como ainda o custo de licenciamento das mesmas (se aplicável).

Requisitos	Moodle	Claroline	Atutor	OLAT	Blackboard	SharePointLMS	JoomlaLMS
SO	Windows Linux Mac OSX	Windows Linux Mac OSX	Windows Linux Mac OSX	Windows Linux Mac OSX	Windows Red Hat Linux Solaris	Windows Server 2003	Windows Linux
Software	Apache PHP MySQL PostgreSQL Oracle MS SQL Server	Apache PHP MySQL	Apache PHP MySQL	Java SDK Apache MySQL PostgreSQL		MS SQL Server Sharepoint Server '07	Joomla CMS Ioncube loading Apache PHP MySQL
Tipo	<i>Open source</i>	<i>Open source</i>	<i>Open source</i>	<i>Open source</i>	Comercial	Comercial	Comercial
Custo	0€	0€	0€	0€	\$16500 <sup>1</sup>	N/D	\$1299/ano

Tabela 2.3: Requisitos das plataformas e licenciamento

Na adequação à realidade técnica da FCUL é ainda analisada a capacidade de integração com outros serviços da FCUL, nomeadamente autenticações nas plataformas a partir de sistemas externos como é o caso do Serviço Central de Autenticação (CAS) ou da autenticação através de LDAP à Active Directory.

Na seguinte tabela 2.4 é possível ver quais das plataformas suportam estes serviços de autenticação da FCUL.

Produtos	Moodle	Claroline	Atutor	OLAT	BlackBoard	SharePointLMS	JoomlaLMS
LDAP	✓	✓	+	✓	✓	✓	✓
Kerberos	✓	✓	×	×	✓	✓	×
Shibboleth	✓	✓	×	✓	✓	×	×
CAS	✓	×	×	✓	✓	×	✓
IMAP	✓	✓	×	×	×	×	✓
POP3	✓	×	×	×	×	×	✓
SNMTP	✓	×	×	×	×	×	✓

Tabela 2.4: Tipos de autenticação suportados

<sup>1</sup>Valor estimado [19]

## 2.5 Escolha da plataforma adequada

### Análise de funcionalidades para os estudantes

Após a análise da tabela 2.1 podemos concluir que as plataformas comerciais são as que oferecem mais funcionalidades aos estudantes, destacando o Blackboard que disponibiliza todas as funcionalidades. As plataformas *open source* não são tão menos incompletas, tendo mesmo a plataforma OLAT tantas funcionalidades para os estudantes com as versões comerciais.

De funcionalidades importantes é de salientar os fóruns de discussão, a troca de ficheiros, *e-mail* e *chat* para a troca de ideias e opiniões, o calendário, a pesquisa de conteúdos na plataforma e os grupos de trabalho.

Destaque *open source*: OLAT

Destaque Comercial: Blackboard

### Análise de funcionalidades para os docentes

Na tabela 2.2, é possível verificar uma menor disparidade entre os diferentes tipos de versões. Numa análise mais detalhada o Moodle é a plataforma que oferece uma maior variedade nos tipos de testes como referido na secção 2.2.1, mesmo quando comparado com as versões comerciais.

Por sua vez, o Claroline é a plataforma que menos funcionalidades disponibiliza.

Destaque *open source*: Moodle

Destaque Comercial: Blackboard

### Capacidade de integração com o SiGES

Como referido na secção 2.3 o candidato apenas verificou que o Moodle era a única plataforma capaz de integrar a informação de outras bases de dados externas.

Apesar de não ser possível integrar directamente com o SiGES devido ao limite máximo de três campos para cruzar a informação sendo que dois são de carácter obrigatório, o código da disciplina e o código de utilizador, já o perfil é um campo opcional.

Esta possibilidade não é descartada, pois futuramente poderá ser possível integrar as inscrições directamente com o SiGES.

Destaque *open source*: Moodle

### **Adequação à realidade técnica da FCUL**

Com a análise da tabela 2.3 é verificada uma certa homogeneidade nos requisitos de sistemas operativos e *software*. Na maioria das plataformas é possível integrá-las em ambientes *open source* sem quaisquer custos de implementação.

No entanto a plataforma SharepointLMS destaca-se pelos seus requisitos. Esta necessita de um sistema operativo comercial como do restante *software* para sua implementação. O CI tem licenças para uso de Windows Server 2003, no entanto para o Sharepoint Server 2007 e SQL Server já não, o que implica um gasto com *software* comercial.

O Moodle é a plataforma que suporta a maior variedade de bases de dados capazes de se usar, quando comparadas com as restantes plataformas, onde no geral apenas uma é suportada.

Na capacidade de integração com os serviços de autenticação disponíveis na FCUL, nomeadamente o CAS e LDAP, somente as plataformas Moodle, OLAT, Blackboard e JoomlaLMS suportam ambos os serviços de autenticação. O Moodle ainda se destaca por ser aquele que dispõe de mais tipos de autenticação.

Destaque *open source*: Moodle

Destaque comercial: JoomlaLMS

### **A plataforma adequada**

Após a avaliação das plataformas de acordo com as suas funcionalidades e requisitos, a plataforma que melhor se adapta à realidade da FCUL é a Moodle.

Foi escolhida por apresentar diversas vantagens quando comparadas com as restantes. O facto de ser *open source*, de ter um custo de implementação reduzido ou até mesmo nulo, possibilidade de integrar novas funcionalidades, através de módulos criados por empresas ou até mesmo membros da comunidade Moodle.

A realidade da Universidade também serviu de suporte para a escolha do Moodle, uma vez que na UL existem diversas plataformas Moodle e a aposta nesta mesma plataforma traduz-se na uniformidade dos sistemas e-learning da UL, facilita a partilha de recursos e migrações entre as diversas plataformas implementadas na UL.

Ainda a existência de um núcleo de e-learning na FCUL disposto e capaz de ajudar os docentes e funcionários, facilita a ministração de formações para uma utilização mais eficiente das funcionalidades oferecidas pela plataforma.

## **2.6 Investimento em infra-estruturas**

Quando se prepara um sistema de informação para uso de uma grande comunidade de utilizadores, como o da FCUL, há que garantir que são cumpridos alguns requisitos

fundamentais para o correcto funcionamento como é o caso da disponibilidade do sistema. Nesta secção é feita uma proposta mínima para a FCUL ter um serviço de qualidade no que toca à ferramenta Moodle.

### 2.6.1 Arquitectura actual

Desde a implementação da plataforma Moodle na FCUL, em 2005, que o serviço *web*, a base de dados e armazenamento de ficheiros, necessários para o funcionamento do Moodle encontram-se todos concentrados num só servidor, esta opção não é das mais viáveis dada a dimensão da FCUL e as características do servidor, pois existe a degradação do desempenho do servidor.

De facto, com o crescente número de utilizadores, de disciplinas, de informação e de actividades, no início do ano lectivo 2009/2010, foram verificadas algumas anomalias no desempenho do servidor, sendo elas a falta de espaço em disco para o armazenamento de ficheiros e a subsequente falha na disponibilidade do serviço.

De forma a colmatar o problema de falta de espaço em disco, em Fevereiro foi criado uma unidade de armazenamento (*storage*) usando uma SAN (*Storage Area Network*) e um NAS (*Network Attached Storage*) ligados por fibra óptica. Os ficheiros de suporte às actividades no Moodle foram migrados para essa unidade.

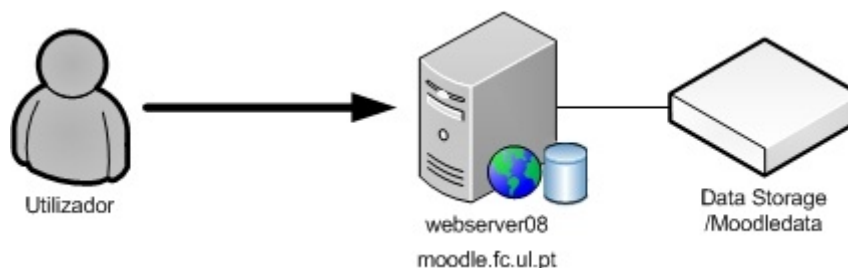


Figura 2.3: Arquitectura actual da plataforma Moodle

Porém, o servidor actual que suporta a plataforma Moodle e a base de dados, não tem desempenho suficiente para garantir um serviço de grande qualidade.

Segundo as recomendações de desempenho no sítio do Moodle [15], o número máximo de clientes que um servidor *web* deve suportar está de acordo com a seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Máx. de clientes} = \frac{\text{Memória física total} \times 80\%}{\text{Uso máximo de memória por processo apache}}$$

Aplicando esta fórmula, de acordo com a memória RAM actual do servidor que é de 4GB (4148812KB) e com o uso máximo de um processo apache (44760KB), o servidor deve apenas suportar aproximadamente 75 utilizadores no máximo.

O número máximo registado de utilizadores a aceder aos mesmos recursos no Moodle, durante a realização de uma frequência *online* de carácter obrigatório, rondou os 280

alunos. O servidor durante esta frequência teve os recursos no máximo, quer na capacidade de processamento quer na memória, levando a falhas no serviço e à indisponibilidade do mesmo.

Assim, de modo a prevenir futuras falhas ou indisponibilidades do serviço, foi aconselhado à FCUL a aquisição de mais servidores para a descentralização dos serviços de base de dados e *web* para admitir um maior número de utilizadores e garantir um serviço com qualidade e disponibilidade.

## 2.6.2 Arquitectura aconselhada

Na arquitectura mínima recomendada são necessários os seguintes tipos de servidores:

- Um servidor de *proxy* cuja principal função será balancear a carga sobre a plataforma distribuindo-a pelos vários servidores *web* disponíveis.
- O número de servidores *web* poderá ser variável, dependendo do processador e da memória RAM disponível. É possível calcular o número máximo de clientes concorrentes que cada servidor deve suportar sem denegrir o seu desempenho. Através da análise do número máximo de utilizadores que acedem de forma concorrente ao Moodle poderá ser efectuado o cálculo da quantidade de servidores *web* devem ser utilizados na arquitectura.
- Um servidor MySQL a usar pelos vários servidores *web* de suporte ao Moodle.
- Uma Storage para armazenar a informação disponibilizada nas disciplinas, projectos e entre outros.

Tanto para o serviço de *proxy* como o da base de dados, um segundo servidor é recomendado para prevenir falhas no serviço. Para tal, é recomendado o uso de *Linux Heartbeat* [13], um *daemon* (processo executado em *background* que não requer controlo directo por parte do utilizador) que permite que seja criado um *cluster* de serviços aos seus clientes. Deste modo será possível aos membros do *cluster* detectar a presença ou o desaparecimento de processos partilhados com outros servidores.

Nesta arquitectura, caso seja detectada uma falha num servidor *web* através da monitorização e execução do *Heartbeat* um segundo servidor que se encontra em *stand-by* assume o endereço de IP público e responde aos pedidos dos clientes, garantindo um serviço tolerante a faltas.

Para os servidores de base de dados é ainda recomendado o uso de DRBD (*Distributed Replicated Block Device*) [14][16], que potencializa a replicação síncrona para se obter uma visão consistente de dados entre dois sistemas, normalmente um activo e um passivo.

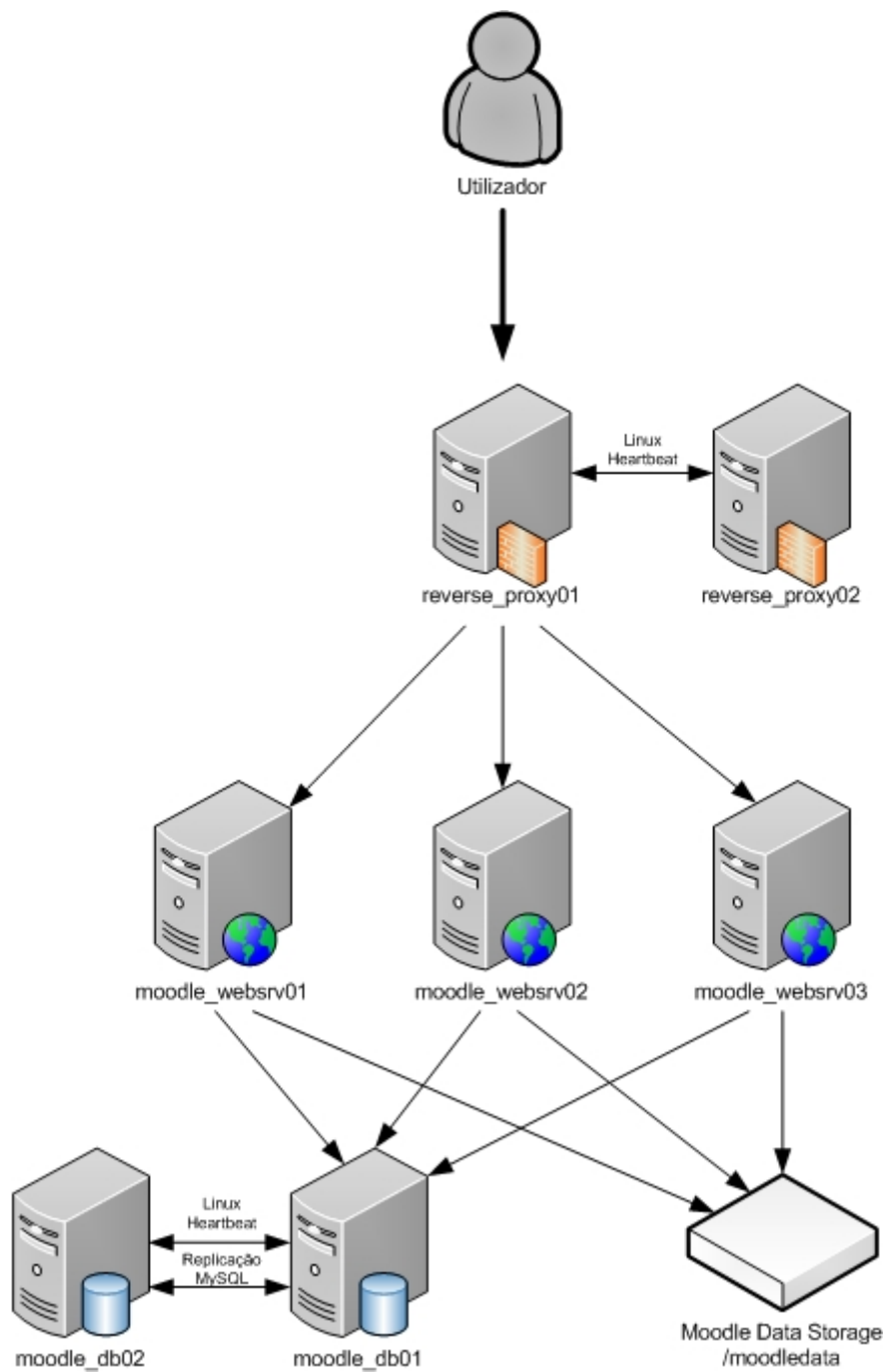


Figura 2.4: Sugestão de arquitectura aconselhada para a plataforma Moodle



# Capítulo 3

## Adequação técnica

### 3.1 Adequação técnica da plataforma

Nesta secção estão descritos alguns dos ajustes técnicos efectuados pelo candidato na plataforma Moodle com o propósito de melhorar o seu funcionamento.

#### 3.1.1 Sistema de cópias de segurança

Uma das grandes preocupações a ter em conta numa plataforma de *e-learning* e de conteúdos *online* é a integridade e segurança dos dados. Deste modo e uma vez que o Moodle oferece a possibilidade de agendamento de cópias de segurança, esta funcionalidade foi configurada e activada, garantindo assim cópias de segurança diárias (dias úteis) de todos os conteúdos existentes na plataforma.

Caso seja perdida alguma informação respectiva aos conteúdos no Moodle (cursos) esta é facilmente reposta pela cópia de segurança anterior.

Semanalmente é ainda executada uma cópia de segurança a todo o sistema onde está alojado o Moodle, usando o sistema de cópias de segurança existentes na FCUL.

Aos responsáveis pelas disciplinas e projectos é ainda possível fazer cópias de segurança manuais a qualquer momento.

#### 3.1.2 Utilização dos códigos de identificação de utilizadores, disciplinas e projectos

Os códigos de identificação dos utilizadores têm diversas funcionalidades como por exemplo para a inscrição de um utilizador numa dada disciplina.

Uma vez que a Moodle da FCUL acolhe utilizadores internos e externos, o melhor parâmetro encontrado para constar como código de identificação é o seu *e-mail*. Uma vez que o nome de utilizador, o *e-mail* e o código de identificação são unicos, não se podendo repetir entre diversos utilizadores, todos estes campos são identificados pelo *e-mail* institucional do utilizador, excepção a utilizadores externos à FCUL que poderam

utilizar o *e-mail* pessoal.

Para as disciplinas, o código de identificação é composto. Este código resulta da combinação do código da disciplina no SiGES, o código dos cursos que pertencem a essa disciplina, o ano lectivo e por fim o código do semestre.

Quando um docente pede a criação de uma disciplina, pode escolher criar para todos os alunos inscritos na disciplina ou pode criar disciplinas específicas para curso se assim entender. Quando a disciplina é geral para todos os cursos o valor que a parcela dos cursos toma é 'todos' mas quando a disciplina já é específica para alguns cursos a parcela toma o valor 'cdCurso1\_cdCurso2[...]'

Exemplos:

- Todos os cursos: 'cdDisciplina-todos-200910-S1'
- Alguns cursos: 'cdDisciplina-cdCurso1\_cdCurso2-200910-S1'

No projectos, a atribuição do código é gerado de forma automática, sendo o projecto identificado pelo número de projecto e o ano lectivo em que foi criado. O número de projecto é calculado de acordo com o ID máximo + 1 existente na tabela de projectos do site de Gestão.

Exemplo:

- Um projecto: 'proj2-200910'

### 3.1.3 Integração do Moodle com o sistema de *Single Sign-On* da FCUL

Como referido nos objectivos do projecto, um sistema de Single Sign On estava a ser implementado por um outro candidato.

O sistema de Single Sign On implementado na FCUL utiliza o *software Central Authentication Service* (CAS). Com este sistema é assim possível a um utilizador aceder a múltiplos serviços existentes na FCUL, introduzindo as suas credenciais de acesso uma única vez.

Assim, no dia 31 de Maio, após a conclusão do projecto de implementação de um sistema de *Single Sign-On* e realizados testes de carga ao serviço, a plataforma Moodle passou a usar como método de autenticação principal o sistema de CAS (para as contas de utilizadores no domínio FC e ALUNOSFC), mantendo a autenticação por LDAP para as contas CAMPUS e por fim as contas manuais para utilizades externos à UL.

## 3.2 Implementação da aplicação

No início da fase de análise dos requisitos e implementação da solução, foi discutida entre o candidato, o co-orientador e a equipa de desenvolvimento do site de Gestão da FCUL a viabilidade de se integrar a solução a desenvolver pelo candidato com o site de

Gestão. Esta medida prende-se com o facto do Centro de Informática ter desenvolvido o site de Gestão no âmbito da centralização de serviços *web* existentes para a gestão de tomadas de rede, utilizadores e outros serviços.

Não havendo nada contra a viabilidade de integração da Gestão do Moodle com o site de Gestão da FCUL, ficou assim aprovado dando-se início à análise e implementação da solução.

### 3.2.1 Análise de requisitos

#### Requisitos funcionais

A aplicação a desenvolver deverá facilitar a gestão de disciplinas e projectos que decorrem na FCUL, quer por parte dos utilizadores (docentes e investigadores) como também pelos administradores da plataforma e site de Gestão de Utilizadores e Tomadas. Para tal a aplicação deverá ter em conta:

- Utilizadores
  - Criação de Projectos;
  - Ver os Projectos onde participa;
  - Ver os detalhes do Projecto;
  - Adicionar novos utilizadores ao Projecto, podendo estes já existir como também podem ser externos à FCUL (necessitando sempre validação por parte do CI, no caso de serem externos à FCUL) (apenas ao responsável);
  - Remover utilizadores do Projecto (apenas ao responsável);
- Docentes
  - Deverá ver apenas as disciplinas onde participa (está inscrito numa disciplina do Moodle), as disciplinas às quais é o responsável e as disciplinas às quais é docente tem registo no SiGES;
  - Pedir a criação de novas disciplinas no Moodle;
  - Cancelar os seus pedidos de disciplinas;
  - Visualizar os detalhes da disciplina seleccionada;
  - Inscrever os respectivos alunos à disciplina (apenas o responsável);
  - Adicionar outros utilizadores à disciplina, podendo escolher o cargo (perfil) que lhes vai ser conferido (apenas ao responsável).
- Administradores
  - Ver todos os pedidos pendentes de validação;

- Ver os detalhes do pedido e comparar com os dados existentes no SiGES (apenas para disciplinas);
- Validar pedidos;
- Rejeitar pedidos, indicando o motivo da rejeição.
- Adicionar utilizadores, já existentes na Active Directory mas que não existem no Moodle;
- Adicionar utilizadores (com tipo de conta manual) ao Moodle;
- Ver detalhes de um dado utilizador no Moodle;
- Criar disciplinas e Projectos (sem pedido de utilizador);
- Inscrever alunos a uma dada disciplina;

### Requisitos não funcionais

A aplicação a desenvolver deve ter em conta os seguintes aspectos:

- Desempenho: pretende-se que a aplicação desenvolvida seja rápida e eficiente e que suporte vários utilizadores em simultâneo.
- Fiabilidade: pretende-se que o sistema devolva a informação correcta e adequada a cada tarefa.
- Tratamento de erros: quaisquer erros que possam surgir no decorrer de alguma tarefa devem ser reportados para os administradores.
- Interface: deve-se procurar manter a mesma estrutura e coerência existente no site de Gestão.

### 3.2.2 Arquitectura da aplicação

Uma vez que o site de gestão da FCUL já se encontrava em desenvolvimento e com algumas funcionalidades em produção, o candidato teve de encontrar uma solução que permitisse relacionar a informação existente na base de dados dos Serviços Académicos da FCUL, a informação na *Active Directory* e a informação do Moodle. O sistema aplicacional é descrito pelo diagrama da fig. 3.1.

- Servidor Aplicacional (gestao.fc.ul.pt) - Servidor *web* que contém toda a camada aplicacional.
- SiGES - O SiGES é a base de dados dos Serviços Académicos da FCUL, nela estão todas as informações sobre as disciplinas e os seus docentes, as inscrições dos alunos como toda a informação relativa a estes, entre outras informações.

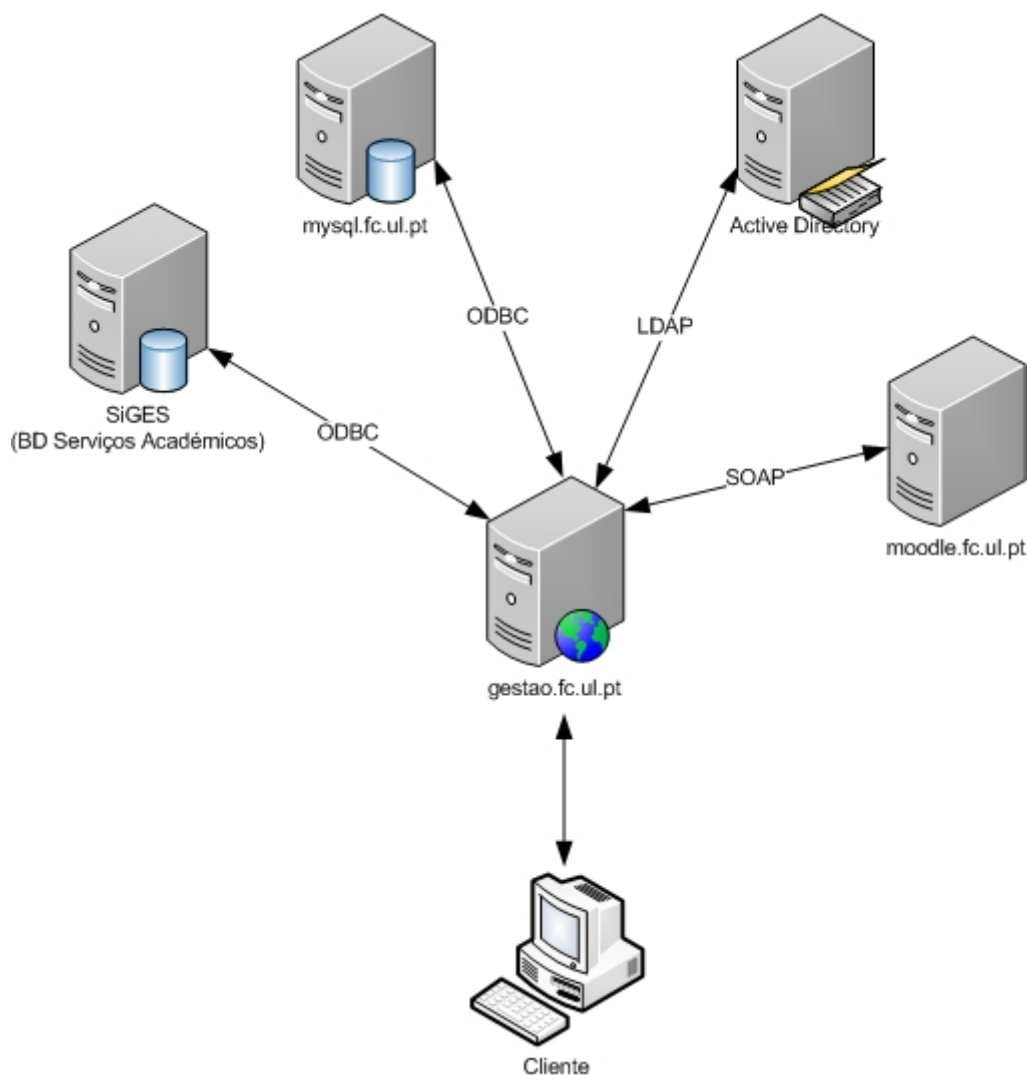


Figura 3.1: A arquitectura da aplicação

- Base de dados MySQL (*mysql.fc.ul.pt*) - É o Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD), onde estão as bases de dados com a informação necessária ao site de gestão, como por exemplo os pedidos dos utilizadores.
- Directorio de utilizadores (*Microsoft Active Directory - AD*) - A AD contém a informação dos utilizadores, como o seu nome, *e-mail* institucional, departamento.
- Moodle - Plataforma de *e-learning* da FCUL.

### 3.2.3 Tecnologias utilizadas

Para o desenvolvimento da aplicação usaram-se diversas tecnologias. No desenvolvimento da interface foram utilizadas as linguagens de programação PHP e HTML com o recurso a JavaScript e AJAX.

A linguagem SQL foi ainda utilizada para realizar *queries* às bases de dados utilizadas pela aplicação.

Para o desenvolvimento da aplicação foram utilizadas dois ambientes de desenvolvimento:

- Adobe Dreamweaver CS4 - para o desenvolvimento da interface, como a camada lógica da aplicação;
- PHPMyAdmin - para a criação da base de dados e definição das tabelas a serem utilizadas pela aplicação para o armazenamento da informação.

### 3.2.4 API Moodle *Web Services*

Uma vez que a plataforma Moodle ainda não possui um módulo de *Web Services* nativo, apesar de estar previsto o seu lançamento na versão 2.0 do *software*, o candidato investigou as hipóteses de comunicação com o Moodle de forma a ser possível a integração com o site de gestão. Existem alguns módulos que permitem a comunicação com o Moodle através de chamadas de procedimentos remotos, no entanto o mais completo, funcional e utilizado por um vasto número de utilizadores da comunidade Moodle é o Moodle *Web Services*.

A API Moodle *Web Services* (MoodleWS) é um módulo *open source*, que permite adicionar uma camada de serviços que possam ser executados via *web*. A camada de transporte actualmente suportada por este módulo é SOAP (Simple Object Access Protocol) (fig.3.2).

A ideia principal por trás deste *Web Services* é que um cliente possa iniciar sessão no servidor e enviar comandos de execução durante o período em que a sessão se encontra activa.

#### Segurança

Este módulo, uma vez que permite que um utilizador se autentique e que possa executar determinados comandos, desde que tenha permissões para tal no Moodle, não podia deixar de parte a questão de segurança. Para tal foram tomadas duas medidas importantes:

- Criação de um módulo de autenticação diferente, independente do tradicional do Moodle, em que apenas permite que o utilizador que se autentica via *Web Services* não se possa autenticar localmente da plataforma Moodle.
- Permite apenas ligações de determinados endereços IP, caso estes estejam especificadas numa tabela específica da base de dados do Moodle.

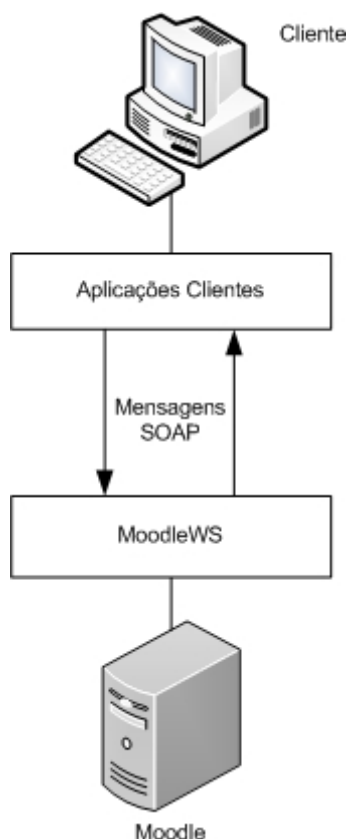


Figura 3.2: Modelo de comunicação através de SOAP

### Suporte para diversas linguagens de programação

Uma das grandes vantagens deste módulo é o suporte para diversas linguagens de programação, suportando PHP, Java, Python e Zope/Plone. Isto permite o desenvolvimento de diversas aplicações em diversas linguagens que usam o mesmo *Web Services* para a comunicação com o Moodle.

### 3.2.5 Disciplinas

Nesta área um docente, desde que autenticado no site de gestão, pode ver as suas disciplinas separadas por três categorias: "As minhas disciplinas no Moodle", "Disciplinas que aguardam validação", "Disciplinas que não estão no Moodle".

Ao entrar na secção Moodle - Disciplinas do site de gestão, o sistema vai obter à base de dados do SiGES as disciplinas que este lecciona e é um dos responsáveis. Depois são obtidas todas as disciplinas do Moodle validadas pelo CI. Para a verificação das disciplinas já existentes no Moodle, são cruzados os códigos das disciplinas do SiGES com os códigos das disciplinas no Moodle aprovadas pelo CI e, caso haja correspondência, é mostrada ao docente como uma disciplina já existente no Moodle.

The screenshot shows the Moodle management interface. At the top, there is a navigation bar with the OFC logo and the text 'FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DE LISBOA' and 'Gestão de Utilizadores e Tomadas'. Below this, the user name 'Utilizador: Jorge Miguel Alves Sá Pereira' is displayed. On the left, there is a vertical menu with options: Home, Log, Utilizadores, Comunicações, Redes, Pedidos, Moodle, Gestão acessos netP@, Sistema de Impressão, Controlo de Acesso, and Terminar sessão. The main content area is titled 'GESTÃO MOODLE' and includes a breadcrumb trail: Home | Moodle | Disciplinas. Below this, there is a section titled 'Disciplinas que não estão no Moodle' with a link 'Ver só disciplinas' and another link 'Ver disciplinas e cursos'. A table lists two disciplines:

Sem.	Código	Nome	Departamento	
<input type="checkbox"/>	S1	13540	Elementos de Álgebra Linear	Dep. de Matemática
<input checked="" type="checkbox"/>	S1	13501	Elementos de Matemática Discreta	Dep. de Matemática

Below the table, there is a form titled 'Criar Disciplina no Moodle'. The form has the following fields:

- Nome: Elementos de Matemática Discreta
- Para os cursos: Todos onde é leccionada a disciplina

At the bottom of the form is a button labeled 'Criar Disciplina'. In the bottom right corner of the page, there is text: 'Gestão de Utilizadores e Tomadas Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa Centro de Informática'.

Figura 3.3: Página principal da secção Moodle - Disciplinas

Para as disciplinas que aguardam validação o processo é semelhante, diferindo apenas no facto de ainda não terem sido validadas pelo CI.

Já as disciplinas não existentes são todas as disciplinas, onde não foram encontradas correspondências com a informação na base de dados do site de gestão relativas a pedidos, por validar ou aprovadas.

### Detalhes da disciplina

Quando uma disciplina existe no Moodle o docente pode consultar os detalhes sobre essa disciplina.


Nos detalhes constam o nome da disciplina, o código Moodle, o responsável pela disciplina no Moodle, todos os utilizadores que participam na disciplina, exceptuando os alunos com registo no SiGES (fig. 3.4).

É ainda possível o docente, caso seja o responsável, inscrever alunos registados no SiGES e adicionar utilizadores à sua disciplina no Moodle atribuindo-lhes um perfil de utilizador.

### Criar pedido de disciplina

Uma das principais funcionalidades é a criação de disciplinas. Um docente caso tenha disciplinas que ainda não existam no Moodle, facilmente pode escolher uma das disciplinas a criar e pedir para criar a disciplina. Na fase da escolha das disciplinas é possível o docente escolher se pretende criar uma disciplina global, isto é, uma disciplina que funcionará para todos os cursos que tenham alunos inscritos nessa disciplina ou então pode especificar para que cursos quer criar a disciplina.

**Inscriver Alunos (FCUL)**

Cód. Disciplina:  

**Relatório**

Alunos a inscrever:	191
Alunos inscritos:	191
Alunos não inscritos:	0
Alunos criados:	0
Alunos não criados (erro):	0

Figura 3.4: Detalhes de uma disciplina - Docente não é o responsável

**Criar Disciplina no Moodle**

- Escolha a categoria/departamento da qual pertence a disciplina ou para qual será leccionada.
- Escolha o nome mais adequado à disciplina que está a criar.
- A disponibilidade do nome da disciplina é verificado automaticamente.

**Dados sobre a Disciplina**

Categoria:

Nome da disciplina:

Nome disponível

Descrição:

Vísivel para alunos (1):  Sim  Não

Admitir visitantes (2):  Sim  Não

Inscriver alunos (3):  Sim  Não

(1) Poderá alterar posteriormente este valor.  
 (2) Visitante: Utilizador não autenticado no Moodle.  
 (3) Pode depois pedir para inscrever os alunos

Figura 3.5: Formulário de submissão para a criação de disciplina no Moodle

O pedido de criação de disciplina no Moodle está sujeito ao preenchimento do formulário, onde é possível escolher a categoria/secção Moodle onde deve ser colocada a disciplina. O nome de apresentação e a descrição são da escolha do docente, estando o nome sujeito a validação com a disponibilidade no Moodle. Este pode ainda escolher se a disciplina aceita visitantes e se está visível no Moodle, como também optar por pedir a inscrição dos seus alunos na disciplina.

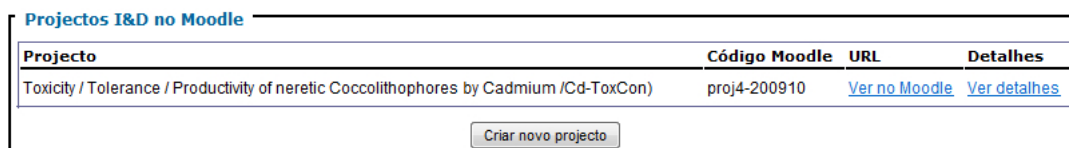
Antes da submissão do pedido é mostrada ao utilizador o seu pedido podendo este alterar alguma informação ou submeter o pedido.

Caso o pedido seja submetido correctamente o docente é notificado na aplicação e por *e-mail*. Em caso contrário, o docente é notificado na aplicação de que o pedido não foi submetido com sucesso, e o CI é notificado por *e-mail* da ocorrência do erro com a

descrição do mesmo.

### 3.2.6 Projectos

Esta área está disponível a todos os docentes, funcionários, investigadores entre outros. Ao aceder a esta, o utilizador pode ver os seus projectos de acordo com os seguintes estados: “Projectos que existem no Moodle” e “Projectos que aguardam validação”.



Projecto	Código Moodle	URL	Detalhes
Toxicity / Tolerance / Productivity of neretic Coccolithophores by Cadmium /Cd-ToxCon)	proj4-200910	<a href="#">Ver no Moodle</a>	<a href="#">Ver detalhes</a>

Figura 3.6: Página principal da secção Moodle - Projectos

#### Criar pedido de projecto

Na página principal da secção Moodle - Projectos é possível pedir a criação de um Projecto no Moodle.

Partilhando algumas semelhanças com as disciplinas, a criação de projectos no Moodle, fornece espaços *online* para a partilha de conhecimento e conteúdo entre os participantes nacionais ou internacionais.

Para a criação do pedido, é pedido ao utilizador que introduza o nome do projecto como uma breve descrição do mesmo. Ao contrário das disciplinas é ainda possível a escolha de um aliás do projecto, podendo posteriormente acedido através de um sistema similar a shorten-urls criado pelo candidato, denominado por <http://go.fc.ul.pt/alias> ao contrário os endereços longos que o Moodle utiliza (fig. 3.7).

Após a introdução dos dados pelo utilizador e da validação dos mesmos pela aplicação, o utilizador pode submeter. A partir deste momento o processo de criação de projecto desenrola-se de forma semelhante ao das disciplinas, passando pela verificação dos dados do pedido e a notificação do estado do pedido.

#### Detalhes do projecto

Nesta secção o utilizador pode consultar os dados do seu projecto, como por exemplo o nome, o código que o identifica, os seus participantes. Ao utilizador, caso seja o responsável, é possível adicionar utilizadores ao projecto, fazer o pedido de criação de utilizadores no Moodle (fig. 3.9), caso se tratem de utilizadores externos à FCUL, necessitando sempre de validação por parte do CI.

**Criar Projecto I&D no Moodle**

- Aqui poderá criar as suas disciplinas no Moodle.
- Os alunos e docentes responsáveis serão adicionados automaticamente logo após a criação da disciplina de acordo com os registos na base de dados dos Serviços Académicos.

**Dados sobre o Projecto I&D**

Nome do Projecto:

Nome do Projecto (Abreviado):

Nome disponível

Descrição:

Vísivel no Moodle (1):  Sim  Não

Admitir Visitantes (2):  Sim  Não

Criar URL:  Sim  Não

URL:

URL disponível

(1) Poderá alterar posteriormente este valor.  
 (2) Visitante: Utilizador não autenticado no Moodle.

Figura 3.7: Formulário de submissão para a criação de projecto no Moodle

**Detalhes do Projecto I&D**

Nome do projecto:	Toxicity / Tolerance / Productivity of neretic Coccolithophores by Cadmium /Cd-ToxCon)
Categoria:	Projecto I&D
Código:	proj4-200910
Responsável:	Jorge Sá Pereira

**Membros do Projecto I&D**

Nome	E-mail	Permissões	Opções
Não existem membros registados no projecto.			

**Adicionar utilizador**


E-mail do utilizador:

**Detalhes do utilizador**

Nome:	Jorge Sá Pereira
Email:	jjpereira@fc.ul.pt
Permissões:	<input type="text" value="Escolha um cargo"/>

Figura 3.8: Detalhes de um projecto

**Adicionar utilizador**

E-mail do utilizador:  

Utilizador não encontrado.

**Criar utilizador:**

Nome do utilizador:

E-mail:


Permissões: Escolha um cargo 

Figura 3.9: Pedido de criação de utilizador externo

### 3.2.7 Área de administração

A área de administração destina-se aos responsáveis do CI para a validação de pedidos submetidos pelos utilizadores, os tipos de pedidos podem ser de três tipos:

- Pedido de disciplina
- Pedido de projecto
- Pedido de utilizador


Para além de validar pedidos é ainda possível adicionar utilizadores no Moodle com recurso à *Active Directory* e a inscrição de alunos nas disciplinas especificando o código da disciplina.

#### Validar pedidos

Quando submetido um pedido por parte de um utilizador, o pedido fica pendente aguardando a aprovação ou rejeição por parte dos administradores do CI.

Antes de validar, o administrador tem a possibilidade de ver os detalhes do pedido, e caso concorde por proceder à aprovação ou caso discorde pode rejeitar o pedido.

**Disciplinas por validar**

ID	Data	Utilizador	Disciplina	Categoria	Ver
180	2010-09-20 17:04:14	Maria Augusta da Gama Antunes	Biologia Humana	Departamento de Biologia Animal - 2º Ciclo - 1º Ano	

**Projectos para validar**


ID	Data	Responsável	Nome do Projecto	Ver
36	2010-08-16 16:30:15	Martinho Santos	Projecto da Autenticidade de Ninhos dos Gansos Autocraticos de Ourem	

Figura 3.10: Pedidos por validar

Disciplinas por validar					
ID	Data	Utilizador	Disciplina	Categoria	Ver
180	2010-09-20 17:04:14	Maria Augusta da Gama Antunes	Biologia Humana	Departamento de Biologia Animal - 2º Ciclo - 1º Ano	

Detalhes do pedido	
Nº do Pedido:	180
Responsável:	Maria Augusta da Gama Antunes
Nome da Disciplina:	Biologia Humana
Nome no SiGES:	Biologia Humana
Descrição:	
Curso(s):	Todos os cursos onde é leccionada a disciplina (0)
Código Moodle:	465165-todos-201011-S1
Categoria Moodle:	Departamento de Biologia Animal - 2º Ciclo - 1º Ano
Departamento SiGES:	Dep. de Biologia Animal
Visível para alunos:	Sim
Aceita visitantes:	Não
Inscriver alunos:	Sim

Figura 3.11: Detalhes de um pedido de disciplina por validar

A aprovação de um pedido vai despoletar um determinado conjunto de acções que vão dar como resultado a criação de uma disciplina, projecto ou utilizador.

Por exemplo, ao aprovar um pedido de disciplina com a inscrição dos alunos na disciplina, as acções são realizadas pela seguinte ordem:

1. Criação da disciplina no Moodle;
2. Inscrição dos alunos na disciplina;
3. Registrar a disciplina na base de dados MySQL como disciplina existente no Moodle;
4. Adicionar o responsável pelo pedido à disciplina;
5. Actualizar o estado do pedido;
6. Regista a operação nos logs;
7. Envia *e-mails* de notificação para o responsável e CI.

Após a execução deste processo é também mostrada ao administrador o resumo da sua execução, indicando quais das instruções foram executadas com sucesso e quais não.

Com a rejeição de um pedido, o administrador deverá introduzir as razões que levaram à rejeição do pedido, sendo o requerente posteriormente notificado por *e-mail* da rejeição do seu pedido.

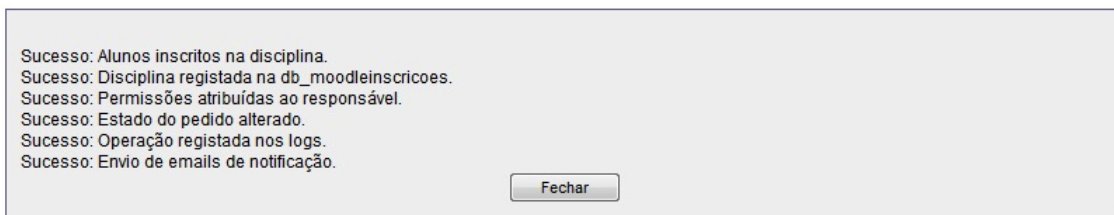


Figura 3.12: Resumo do processo de validação de um pedido de disciplina

### Adicionar utilizadores

Esta funcionalidade foi criada ainda antes do processo de criação de disciplinas estar a funcionar. Com esta funcionalidade é permitido pesquisar se um determinado utilizador existe no Moodle (fig. 3.13) ou caso não exista é pesquisada na AD a fim de criar o utilizador no Moodle se o administrador assim o desejar (fig 3.14).

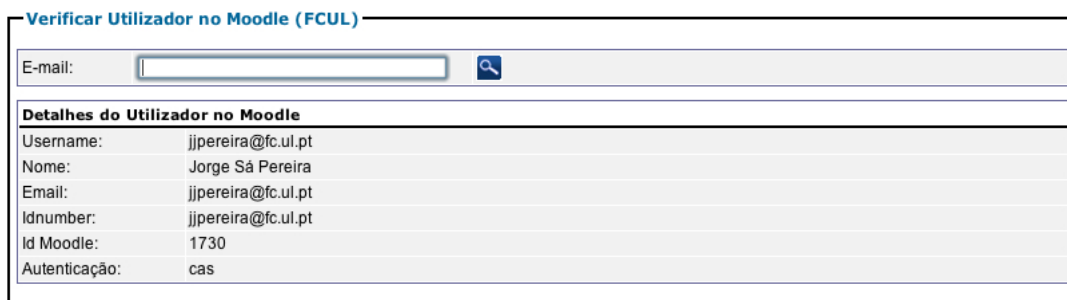


Figura 3.13: Utilizador já existente no Moodle

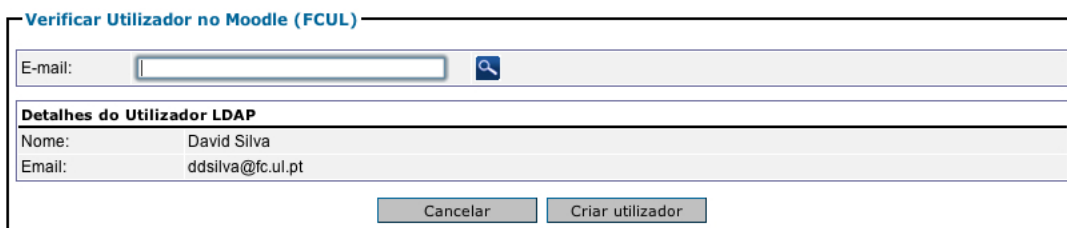


Figura 3.14: Adicionar um utilizador ao Moodle

### Inscriver alunos

A funcionalidade de inscrever alunos permite aos administradores a qualquer momento inscrever os alunos que estejam inscritos numa dada disciplina com registo no SiGES e no Moodle.

**Inscrever Alunos (FCUL)**

Cód. Disciplina:

**Detalhes da Disciplina no Moodle**

Nome:	Fisiologia Animal
Código:	66521-todos-201011-S1
Categoria:	2º Ano

Cancelar    Adicionar alunos

Figura 3.15: Pesquisa pela disciplina a inscrever os alunos

**Inscrever Alunos (FCUL)**

Cód. Disciplina:

**Relatório**

Alunos a inscrever:	191
Alunos inscritos:	191
Alunos não inscritos:	0
Alunos criados:	0
Alunos não criados (erro):	0

Fechar

Figura 3.16: Relatório de execução do processo de inscrição de alunos na disciplina

Para tal é necessário pesquisar a disciplina pelo código Moodle que lhe foi atribuído, caso seja encontrada a disciplina com o código Moodle pesquisado é possível então inscrever os alunos (fig. 3.15 e 3.16).

### 3.2.8 Manutenção Programada

Quando concebida esta aplicação foi pensada uma estratégia de manutenção de utilizadores entre o SiGES e o Moodle como também a integridade dos dados existentes na base de dados e no Moodle.

Uma vez que se trata de um sistema que trata de fazer toda uma gestão automática, nomeadamente a inscrição dos alunos às disciplinas de acordo com os dados existentes na base de dados do SiGES, quando uma disciplina é criada no Moodle e os seus alunos inscritos nela, nada garante que existam alunos a inscreverem-se à disciplina nos Serviços Académicos posteriormente, levando a que estes alunos não fossem inscritos à disciplina no Moodle.

Deste modo, foi criado um Cron Job que é executado diariamente, em que de acordo com as disciplinas existentes no Moodle vai verificar se todos os alunos que existem inscritos no SiGES estão inscritos à disciplina no Moodle, reportando no fim para os administradores do site de Gestão a execução deste Cron Job.

## 3.3 Testes à aplicação

Para garantir o correcto funcionamento de uma aplicação é necessário submete-la a diversos testes, que podem ser funcionais ou não-funcionais. Só desta forma é possível verificar se os requisitos estão correctamente implementados. Uma vez que a aplicação estava a ser desenvolvida em servidores de desenvolvimento, a aplicação foi integrada numa réplica do servidor em produção e testada a nível funcional.

### 3.3.1 Testes funcionais

Nos testes funcionais testou-se todas as funcionalidades suportadas pela aplicação, desde a criação de disciplinas no Moodle a projectos, não deixando a validação dos pedidos nem da inscrição de alunos de parte.

Os testes foram executados por um dos membros do CI, segundo um conjunto de instruções. No entanto, não foram dados quaisquer inputs, deixando o utilizador de teste criar as disciplinas, projectos e validar os pedidos conforme queria. Desta forma foi também possível testar a coerência e intuitividade da aplicação.

Nem todos tiveram o output esperado. No entanto, com as notificações de *e-mails* para o CI a informar dos erros da aplicação no âmbito da mitigação de erros, foi possível corrigir as falhas até validar os testes realizados.

#### Exemplos de teste funcionais realizados

Criar pedido de disciplina:

1. No site de gestão ir à secção Moodle - Disciplinas;
2. Criar um pedido de uma disciplina;
3. Preencher o formulário;
4. Submeter o pedido.

Output esperado: Pedido inserido com sucesso, utilizador e CI notificados por *e-mail*.

Aprovar pedido de disciplina:

1. No site de gestão ir à secção Moodle Administração;
2. Verificar se existem pedidos de disciplina por validar;
3. Obter os detalhes do pedido;
4. Verificar se a informação está correcta com o que foi inserido;

5. Aprovar pedido.

Output esperado:

- Disciplina criada no Moodle;
- Alunos inscritos na disciplina;
- Responsável/Docente inscrito na disciplina;
- Disciplina registada na base de dados;
- Estado do pedido "aprovado";
- Utilizador e CI notificados por *e-mail*.

### 3.3.2 Testes não funcionais

Os testes não funcionais têm como objectivo testar os requisitos não funcionais da aplicação.

A fiabilidade foi testada comparando a informação dos pedidos e os seus *outputs*, com a informação no Moodle, bases de dados e AD. A fiabilidade é testada para garantir que a informação obtida pela aplicação é a correcta e que a manipulação desses dados e o envio para o Moodle são coerentes.

No tratamento de erros os resultados foram de acordo com o esperado. Durante os testes funcionais alguns erros apareceram com o decorrer de algumas operações, o CI foi reportado por *e-mail* dos erros que estavam a acontecer.

Já o desempenho foi testado pelo candidato com base em diversos clientes ligados ao mesmo tempo ao site de gestão e a fazer pedidos em simultâneo de forma a ver como a aplicação interagira com o Moodle e restantes serviços.

No decorrer dos testes foi verificada que a aplicação só suportava um pedido ao Moodle de cada vez, pois antes de cada pedido era feito o início de sessão, enviado o pedido e recebida a resposta, e terminada a sessão.

No entanto os id's das sessões no Moodle para o site de gestão eram os mesmos sempre que era pedida uma nova sessão quando esta já estava aberta, fazendo com que se um outro processo enviasse o pedido para terminar a sessão os pedidos seguintes pelos outros utilizadores não iam ser válidos pois os id's de sessão já tinham expirado.

Neste momento o site de gestão, antes de enviar os pedidos para o Moodle, verifica na base de dados se existe alguma ligação activa. Se existir, usa esses dados da sessão aumentando o número de clientes activos. Quando o número de clientes activos é zero ou a última interacção com o Moodle decorrer há mais de cinco minutos é criada uma nova sessão.



# Capítulo 4

## Conclusão e trabalho futuro

### 4.1 Conclusão

Este projecto contribuiu para uma melhoria da qualidade dos serviços de *e-learning* disponíveis na FCUL. Após a sua conclusão, o candidato pode afirmar que concluiu a maior parte das tarefas solicitadas.

O candidato antes de escolher a plataforma de *e-learning*, estudou a situação actual da FCUL e da UL, analisou diferentes plataformas *open source* e comerciais, de modo a verificar qual era a mais adequada à realidade da FCUL.

A plataforma escolhida, pelas suas vantagens em relação às outras alternativas, foi o Moodle.

Realizou-se uma análise à arquitectura actual da plataforma e às suas limitações, sugerindo assim uma outra arquitectura mínima com vista a um serviço de qualidade e tolerante a faltas.

O candidato não se limitou a desenvolver uma solução que proporcionasse ao CI uma melhoria no processo de criação e validação de pedidos relativos ao Moodle, mas também optou por adequar algumas das funcionalidades relevantes da plataforma, que mais tarde tiveram um papel importante na aplicação.

O projecto sofreu alguns atrasos de acordo com o planeamento, tendo um maior impacto na fase de implementação da solução. Das actividades posteriores, a fase de acompanhamento de um conjunto de utilizadores acabou por não se concretizar uma vez que a fase de implementação da solução foi concluída após o segundo semestre.

O candidato considera que esta foi uma experiência positiva, proporcionando-lhe a oportunidade para desenvolver conhecimentos nas áreas de *e-learning* e gestão de conteúdos, aplicar alguns conceitos adquiridos durante a frequência do Mestrado e também desenvolver uma aplicação que veio a facilitar os processos de criação e validação de pedidos relativos ao Moodle.

## 4.2 Trabalho futuro

Hoje em dia as plataformas de *e-learning* são constantemente actualizadas e como tal vão surgindo novas funcionalidades que poderão servir novas necessidades da FCUL. Para trabalho futuro são deixadas algumas sugestões:

- A actualização da plataforma Moodle para a versão 2.0, uma vez que virá com novas funcionalidades, como por exemplo a introdução de *Web Services*.
- A adaptação do site de gestão com os *Web Services* nativos do Moodle 2.0.
- A criação de novos meios de acesso através de dispositivos móveis, como o caso de *smartphones*. Hoje já existe um aplicação desenvolvida pela SAPO que utiliza a mesma API implementada no Moodle da FCUL.

# Bibliografia

- [1] Centro de Informática  
<http://www.ci.fc.ul.pt>
- [2] Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
<http://www.fc.ul.pt>
- [3] Universidade de Lisboa  
<http://www.ul.pt>
- [4] SiGES - Sistema Integrado de Gestão do Ensino Superior  
<http://www.digitalis.pt/index.php/produtos/siges>
- [5] Moodle  
<http://www.moodle.org>
- [6] Claroline  
<http://www.claroline.net>
- [7] ATutor  
<http://www.atutor.ca>
- [8] OLAT  
<http://www.olat.org>
- [9] Blackboard  
<http://www.blackboard.com>
- [10] SharepointLMS  
<http://www.sharepointlms.com>
- [11] JoomlaLMS  
<http://www.joomlalms.com>
- [12] Using Moodle: Moodle Clustering  
<http://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=57202>, Junho 2010

- [13] **Linux High Availability**  
<http://www.linux-ha.org/>, Junho 2010
- [14] **MySQL cluster: Heartbeat x MySQL-Cluster**  
<http://linux.lcc.ufmg.br/index.php/component/content/article/35-administracao-de-banco-de-dados/115-mysql-cluster-heartbeat-x-mysql-cluster.html>, Junho 2010
- [15] **MoodleDocs Performance**  
<http://docs.moodle.org/en/Performance>, Fevereiro 2010
- [16] **DRBD**  
<http://www.drbd.org/>, Junho 2010
- [17] **MoodleWS**  
<http://cipcnet.insa-lyon.fr/Members/ppollet/public/moodlews>, Junho 2010
- [18] **EduTools**  
<http://www.edutools.info/>, Junho 2010
- [19] **Blackboard Master Terms Contract**  
[http://www.ncccs.cc.nc.us/numbered\\_memos/docs/MemosFor2004/cc04-132.pdf](http://www.ncccs.cc.nc.us/numbered_memos/docs/MemosFor2004/cc04-132.pdf), Junho 2010
- [20] **Andreas Veglis, *Comparison of Course Support Environments: Commercial vs Open Source Software*, 2005**