

**SMOC: sistema de e-learning em massa
desenvolvido em open source**

Jorge Miguel Freitas Varela

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Software de Código Aberto

Orientador:

Doutor Carlos J. Costa, Professor Auxiliar do DCTI do ISCTE-IUL

Co- orientadora

Mestre Manuela Aparício, Docente Convidada do DCTI

Outubro, 2015

Agradecimentos

Neste desafio tão grande que foi escrever esta tese que apesar, na perspectiva de alguns, ser um processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas, às quais gostaria de deixar o meu agradecimento.

Ao Professor Doutor Carlos J. Costa, orientador da dissertação, agradeço a oportunidade e o privilégio que tive em frequentar este Mestrado, que muito contribuiu para o enriquecimento da minha formação académica e científica.

À Co-orientadora, Mestre Manuela Aparício, expresso o meu profundo agradecimento pela orientação na elaboração da minha tese, muito obrigada pelo profissionalismo e pela total disponibilidade que sempre revelou. O seu apoio foi determinante na elaboração desta tese.

A todos os colegas e professores do Mestrado em Software de Código Aberto pelo convívio e aprendizagem, aos meus grandes amigos, aqueles que como sempre riem comigo e sofrem comigo, muito obrigada.

À minha irmã, pela incentivo e ajuda. À minha mãe agradeço pela educação e a importância de se viver com dignidade, simplicidade e amor ao próximo.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha esposa, Carla e aos meus filhos, Bruno e André, que me acompanharam e incentivaram neste percurso. Sem o amor e compreensão deles, este objetivo não teria sido alcançado.

Resumo

A presente dissertação de mestrado enquadra-se no âmbito da necessidade crescente das empresas em formar os seus colaboradores em áreas de interesse para os objetivos organizacionais, nomeadamente formação interna de quadros organizacionais. Procura-se ainda um ponto centralizado de distribuição desses cursos e-learning, sem os custos com licenciamento ou hardware de alto custo. Por outro lado, temos a formação de pessoas onde o acesso à internet não é possível. Um exemplo poderá ser a formação de crianças ou adultos, em países subdesenvolvidos com dificuldades de acesso à Internet ou mesmo a sua inexistência. Com base em revisão de literatura esta dissertação apresenta um modelo conceptual de e-learning capaz de responder as necessidades dos vários stakeholders de e-learning em contexto organizacional. O modelo contempla três partes: hardware open source, software open source e curso. É aqui descrito o trabalho empírico realizado com a validação do modelo proposto. A presente dissertação desenvolve assim um modelo que permite distribuir massivamente formação à distância para contextos organizacionais de empresas com colaboradores deslocalizados.

Palavras-chave

Open source, Hardware, Massive Online Open Courses, MOOC, SPOC, SMOC

Abstract

This master thesis is contextualized in the growing need to promote training courses for organizational goals. Particularly in internal training, organizations aim to increase their teams' knowledge, trying to reduce costs while still maintaining a centralized distribution point of these courses, and e-learning, without costs of licensing or expensive hardware. The need to train people where Internet access is not possible, an example might be the education of children and adults in developing countries with limited access to the Internet or even their absence. Based in literatures review this thesis presents an e-learning conceptual model capable of satisfying needs of the various stakeholders in an organizational context. The conceptual model is based upon three parts: hardware open source, software open source and course. Here it is described the conducted empirical work for validating the proposed model. This master thesis develops a distance massive learning model for training in organizational contexts.

Keywords

Open Source, Hardware, Massive Online Open Courses, MOOC, SPOC, SMOC.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Definição do problema e objetivos	3
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Abordagem metodológica.....	3
1.4	Estrutura da Dissertação	6
1.5	Contribuições.....	6
2	Revisão da Literatura.....	7
2.1	Software Livre e Open Source.....	7
2.2	Hardware Open Source.....	10
2.3	E-learning	11
2.4	Ecologia de MOOC's	13
2.5	Open Source e e-learning	15
3	Proposta de um modelo conceptual para SMOC.....	18
3.1	Conceito.....	18
3.2	Arquitetura.....	19
4	Desenvolvimento do protótipo	22
4.1	Hardware e Sistema Operativo	22
4.2	Instalação do LMS.....	37
4.3	Instalação do curso	45
4.4	Testes de funcionalidade	48
5	Conclusões e Trabalhos Futuro	50
5.1	Conclusões.....	50
5.2	Trabalhos Futuros	52
6	Referências Bibliográficas.....	53
	ANEXO A	60

Índice de Figuras

Figura 1- Modelo de pesquisa e desenvolvimento	4
Figura 2- Conceitos E-Learning (Aparício, Bacao, & Oliveira, 2014b)	12
Figura 3- Caso de uso	20
Figura 4- Modelo conceptual	21
Figura 5 – Modelo conceptual hardware	22
Figura 6- Raspberry Pi Layout	24
Figura 7- Equipamentos	25
Figura 8- Site da Fundação Raspberry Pi	25
Figura 9- Área de downloads	26
Figura 10- A hash SHA-1 do ficheiro	26
Figura 11- Software hasher.exe	27
Figura 12– Programa win32diskimager	27
Figura 13– Aviso na escrita do cartão SD	28
Figura 14– Alimentação do Raspberry Pi	28
Figura 15– GPIO e ligação serial	29
Figura 16– Configuração software Putty	29
Figura 17– Login via serial (tty)	30
Figura 18– Sistema de configuração	30
Figura 19– Expansão do sistema	31
Figura 20– Confirmação da expansão	31
Figura 21– Alteração da password	32
Figura 22– Confirmação da alteração	32
Figura 23– Escolha de sessão gráfica	33
Figura 24– Menu “Advanced Options”	33
Figura 25– Reboot	34

Figura 26– ficheiro /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf	35
Figura 27– Inicialização da placa de rede	35
Figura 28– Ping à gateway	35
Figura 29– apt-get	36
Figura 30- Modelo conceptual LMS	37
Figura 31– Instalação do LMS	38
Figura 32– SoftLink	38
Figura 33– Inicio da configuração	39
Figura 34– Módulos presentes	40
Figura 35– Instalação	41
Figura 36– Configuração do administrador	42
Figura 37– Configuração página inicial	43
Figura 38– Moodle, página inicial	44
Figura 39- Modelo conceptual curso	45
Figura 40- Página inicial do Moodle	46
Figura 41- Formação Sistemas de Informação	46
Figura 42- Relatório de acessos	47
Figura 43- Resultados por formando	47
Figura 44- Tag Cloud com expressões dos utilizadores chave	48
Figura 45– Análise SWOT	49

Índice de Tabelas

Tabela 1- Objetivos da dissertação e métodos	5
Tabela 2- Evolução conceptual baseado em Aparício & Bacao (2013).....	12
Tabela 3- Resultados da comparação de plataformas de e-Learning	16

Lista de Abreviaturas

ARM	Acorn RISC Machine
CMS	Content Management System
FLOSS	Free/Libre Open Source Software
FOSS	Free Open Source Software
OSS	Open Source Software
FOSH	Free and Open Source Hardware
FSF	Free Software Foundation
GNU	GNU is Not Unix
GPL	GNU General Public License
GPIO	General Purpose Input/Output
GPU	Graphics processing unit
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
SD	Secure Digital
SDHC	Secure Digital High Capacity
USB	Universal Serial Bus
LMS	Learning management system
MOOC	Massive Open Online Course
xMOOC	eXtended MOOC
cMOOC	Connectivist MOOCs
SPOC	Small Private Online Course
SMOC	Small Massive Online Course
UML	Unified Modeling Language
VLEs	Virtual learning environments

1 Introdução

O paradigma do e-learning tem vindo a evoluir para novas formas de apresentação de conteúdos, novas formas de transmissão de saber. Massive Online Open Courses (MOOCs) são uma nova tecnologia com o potencial de revolucionar o ensino como o conhecemos. Instituições universitárias reputadas têm realizado experiências na área, com alguns resultados impressionantes. Em Harvard, por exemplo, já se inscreveram mais estudantes para MOOCs num único ano do que os que frequentaram a universidade em toda a sua história 377 anos. (Berg, 2013)

A utilização dos Small Private Online Courses (SPOCs), que é uma versão dos MOOCs normalmente localizados em ambientes mais fechados, nomeadamente em universidades ou empresas, sendo o Fox (2013) da Berkeley, Universidade da Califórnia, o primeiro a introduzir este termo em 2013, este conceito refere-se a uma parte localizada dos MOOCs que era utilizado num contexto business-to-business, são uma parte importante na formação interna das empresas, não só na apresentação da empresa aos colaboradores como em várias vertentes da mesma, nomeadamente em pequenas formações essenciais, como por exemplo na formação em segurança existente na empresa ou em formações sobre as aplicações utilizadas.

A opção de SPOCs na formação nas empresas tem como base o tipo de conhecimento necessário a transmitir, não é pretendido que esta formação seja aplicada a todas as vertentes, nomeadamente em cursos específicos e técnicos que de alguma forma já existam no mercado, mas sim em formações orientadas ao funcionamento interno da empresa, a título de exemplo a formação em segurança da empresa, onde se pode orientar para praticas de segurança gerais, a não transmissão de passwords, o uso de passwords complicadas e especificas na empresa, onde se encontram as saídas de emergência, quais os procedimentos envolvidos em caso de incendio, entre muitas.

A utilização de hardware open source para a distribuição de SPOC, visa complementar o baixo custo de utilização, podendo ao mesmo tempo desenvolver circuitos que possibilitem um melhor aproveitamento do hardware, como por exemplo a utilização de GPIO, (General Purpose Input/Output) para controlar o tipo de formação a apresentar ou a ligação de vários dispositivos elétricos que possibilitem uma melhor inteiração com o formando.

Durante este estudo, ir-se-á rever as definições e objetivos dos MOOCs assim como dos derivados, SPOC, Connectivist Massive Open Online Courses (cMOOC), eXtended Massive Open Online Courses (xMOOC), onde se analisará em detalhe os mesmos, permitindo assim validar a escolha do SPOC como meio de formação. A análise do hardware é igualmente validada, não só por literatura existente, como pela construção de um protótipo para distribuição de SPOCs.

1.1 Definição do problema e objetivos

Com a necessidade crescente das empresas em formar os seus colaboradores em áreas de interesse, nomeadamente em formação privada, tentando do mesmo modo reduzir os custos e mantendo ainda um ponto centralizado de distribuição desses cursos e-learning, (Derouin, Fritzsche, & Salas, 2005), sem os custos com licenciamento ou hardware de alto custo, (Rosenberg, 2002).

Por outro lado, temos a formação de pessoas onde o acesso à internet não é possível, um exemplo poderá ser a formação de crianças ou adultos, em países subdesenvolvidos com dificuldades de acesso à Internet ou mesmo a sua inexistência,

O que leva à questão de investigação:

De que modo um sistema de e-learning em tecnologia open source pode suportar distribuição em massa de cursos?

1.2 Objetivos

De modo a responder à questão de investigação foram definidos os seguintes objetivos:

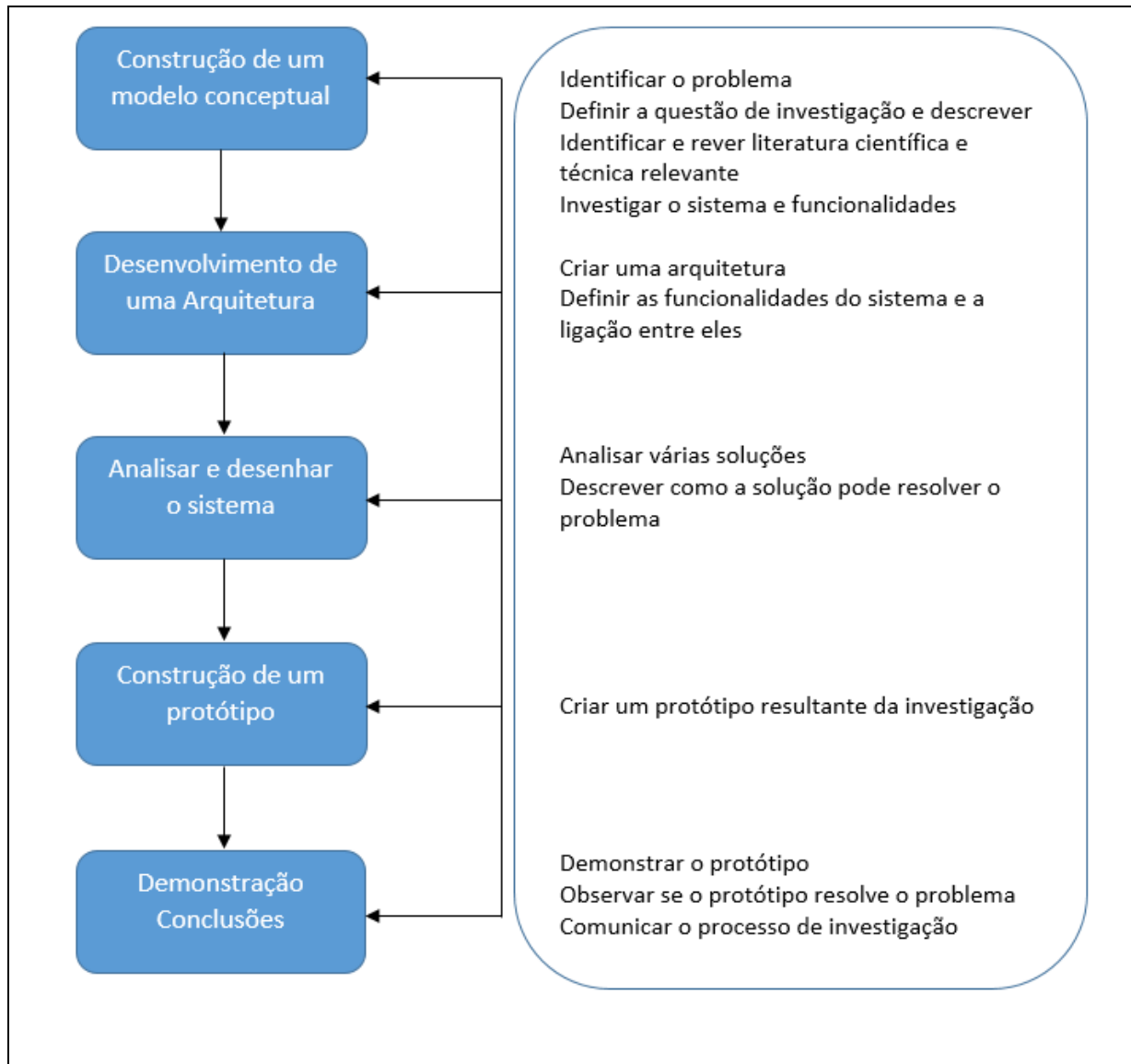
- Identificação dos vários tipos de e-learning em massa (MOOCs)
- Construção de uma proposta de solução conceptual de distribuição de SPOCs
- Desenvolvimento de um protótipo com open source e uma plataforma de gestão de conteúdos.

1.3 Abordagem metodológica

O método utilizado na construção da tese consiste em três partes: estudo da literatura, a construção de um modelo conceptual e a construção de um protótipo do modelo.

A metodologia utilizada possui as características de Design Science, que se baseia na construção de protótipos como forma de resolver problemas reais e como modo de validação científica de uma proposta conceptual (Vaishnavi and Kuechler, 2004).

Figura 1- Modelo de pesquisa e desenvolvimento



Fonte: Adaptado de Design Research in Information Systems (Vaishnavi and Kuechler 2004)

As fases identificadas na Figura 1 tem o seguinte significado, segundo, Vaishnavi and Kuechler (2004).

Construção de um modelo conceptual, consiste em identificar o problema o estudo do sistema e as funcionalidades e a definição da questão de investigação baseado na identificação e revisão da literatura científica e técnica relevante.

O desenvolvimento de uma arquitetura, permite a definição das funcionalidades do sistema e a ligação entre as mesmas.

Análise e o desenho do sistema, permite a escolha de uma solução baseado na análise de várias soluções e a descrição da solução sugerida para a resolução do problema.

Construção de um protótipo, consiste na construção de um artefacto de acordo com o modelo apresentado

Demonstração e conclusões, é efetuada uma avaliação do protótipo construído, permitindo avaliar se os resultados obtidos resolvem a questão inicialmente levantada, e a comunicação de toda a investigação.

Tabela 1- Objetivos da dissertação e métodos

Objetivos	Métodos
Identificação dos vários tipos de MOOCs	Revisão de literatura existente em e-learning, MOOCs e tecnologia open source.
Construção de um modelo conceptual	UML – Use case
Construção de um protótipo da solução proposta	Identificação de hardware adequado a distribuição de MOOCs Identificação de hardware em open source adequado a SPOCs Testes laboratoriais

Durante este estudo, conforme indicado na Tabela 1, ir-se-á rever as definições de hardware em open source, onde se poderá analisar os pontos fortes e pontos fracos dos mesmos, é analisado igualmente o conceito de e-learning, assim como as definições e objetivos dos MOOCs de seguida é apresentada uma revisão da literatura conceptual sobre os MOOCs. A análise dos derivados, SPOC, cMOOC, xMOOC, onde se analisará em detalhe os mesmos, permitindo assim validar a escolha do SPOC como meio de formação.

Sobre os dispositivos físicos (hardware) em open source, será realizada uma análise do hardware e validada, não só por literatura existente, como pela construção de um protótipo com hardware open source para distribuição de SPOCs, em modo online e offline.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação foi desenvolvida em três fases metodológicas. A primeira fase consistiu na revisão da literatura sobre hardware open source e o ecossistema e-learning.

Na segunda fase, constitui-se um modelo conceptual, tendo por base a utilização de hardware open source e software open source.

Na terceira fase descreve-se a o desenvolvimento de um protótipo, de modo a validar o modelo conceptual.

1.5 Contribuições

A presente dissertação pretende contribuir para colmatar a necessidade crescente das empresas em formar os seus colaboradores em áreas de interesse, nomeadamente em formação interna, tentando do mesmo modo reduzir os custos e mantendo ainda um ponto centralizado de distribuição desses cursos e-learning, sem os custos com licenciamento ou hardware de alto custo.

Por outro lado, temos a formação de pessoas onde a presença internet não é possível, um exemplo poderá ser a formação de crianças ou adultos, em países subdesenvolvidos com dificuldades de acesso à Internet ou mesmo a sua inexistência

Foi de igual modo disponibilizado o resultado deste conceito numa plataforma digital, sendo o GitHub um exemplo, para contribuição da comunidade open source, onde será colocado uma imagem do cartão SD com a instalação completa do conceito, com todas as configurações e instalações realizadas, sendo apenas necessário a gravação da imagem num cartão SD. Disponível após discussão da dissertação em <https://github.com/varela-jorge/smoc.git>.

2 Revisão da Literatura

2.1 Software Livre e Open Source

O movimento de software livre (free software) teve início em 1983, altura em que Richard Stallman tinha como objetivo criar um sistema operativo que fosse baseado em UNIX mas que fosse totalmente livre para ser utilizado e modificado de modo a que cada utilizador o pudesse adaptar às suas necessidades, (Kavanagh, 2004).

O termo open source tem uma abordagem mais comercial, tendo sido cunhado por Hamerly (1999) com a disponibilização do navegador, Mozilla, pela Netscape e mais tarde Bruce Perence e Eric Raymond (Perens, 1999) iniciaram a organização Open Source Software (OSS) que definem as condições para a produção e difusão de software segundo as seguintes regras:

- Redistribuição gratuita;
- Código fonte disponível;
- Possibilidade de fazer alteração ao código disponibilizado;
- Integridade do código fonte do autor;
- Não discriminação em relação a pessoas e grupos;
- Não discriminação em relação a campo de atuação;
- Distribuição de licença;
- A licença não deve estar associada a produto;
- A licença não deve restringir outros programas informáticos;
- A licença deve ser neutra em termos de tecnologias utilizadas.

Eric Raymond (1998) apresenta 2 modelos de desenvolvimento de software:

Modelo Catedral - Organização estruturada, onde o código fonte é disponibilizado sempre que novas versões sejam disponibilizadas, no entanto o código entre versões está restringido ao grupo de programadores.

Modelo Bazar - Desenvolvimento pela comunidade, o código é desenvolvido via Internet, com livre acesso ao código fonte.

O Software livre (GNU Operating System, 2015), tem uma abordagem mais ideológica, onde o Software livre não têm a ver com o preço; o facto de se oferecer um software sem custo, não significa que é livre. Richard Stallman (2015) fundador e presidente da Free Software Foundation, enumera quatro liberdades essenciais que consideradas necessárias para este que o software seja considerado software livre.

De acordo com a primeira liberdade, para que o software seja livre é necessário que seja possível de executar o programa como quiser, para qualquer fim.

A segunda liberdade, de ser possível verificar como o programa funciona e alterar para satisfazer as suas necessidades. Uma pré-condição desta liberdade é o acesso ao código fonte do software.

De acordo com a terceira liberdade, deve ser possível distribuir cópias, de modo a ajudar o próximo.

Quarta liberdade estabelece que a direito de distribuição de cópias modificadas sem restrições. Também nesta liberdade, o acesso ao código fonte do software é uma pré-condição.

Outro conceito relevante é o *copyleft*. Trata-se da forma de proteção de direitos de autor que tem como objetivo evitar que não sejam colocadas barreiras à utilização, difusão e modificação de uma obra criativa devido à aplicação clássica das normas de Propriedade Intelectual. No contexto do software, o *copyleft* tem como propósito potenciar a difusão, ao obrigar que a disponibilização do software seja feita nas mesmas condições que foi inicialmente disponibilizado. Isto é, se o autor inicial distribuiu inicialmente em código aberto e sem licença de utilização, quem fez alteração deverá disponibilizar o código alterado em código aberto e sem licença de utilização.

O licenciamento Creative Commons, (Creative Commons, 2015) criada pela fundação internacional com o mesmo nome em 2001, visa permitir uma maior flexibilização na

utilização de obras protegida por propriedade intelectual, permitindo aos autores decidirem como e quais as condições dessa utilização. Alguns dos exemplos são:

Atribuição (by): Utilização livre, incluindo uso comercial. Deverá fazer crédito ao seu autor



Atribuição (by-nc): Utilização livre, excluindo uso comercial. Deverá fazer crédito ao seu autor



Atribuição – Partilha nos Termos da Mesma Licença (by-sa): Deverá ser dado crédito à obra, mas também que todas as obras modificadas tenham o mesmo licenciamento.



Atribuição (by-nd): Utilização livre, incluindo comercial, desde que seja distribuído sem alterações e com crédito ao seu autor



Alguns estudos revelam a adoção do FOSS por parte das empresas ou governos de modo a reduzirem custos de orçamento, (Aparício, & Costa, 2012). O uso de FLOSS permite as organizações e aos países em geral alavancar custos mas também permite uma redução da dívida externa ao mesmo tempo que aumenta o emprego interno. Numa ótica organizacional as empresas podem investir mais no capital humano quando se libertam do fardo pesado das licenças (Aparício & Costa, 2012). A adoção de software livre significa que não existe custos de licenciamento, libertando assim o peso desse custo, por outro lado a implementação destes sistemas é mais complexo requerendo uma mão-de-obra mais especializada.

Existem outros fatores a ter em conta na adoção de software livre, que passa pela perceção ou preferência dos utilizadores (Boulanger, 2005), que podendo estar mais confiantes ou conhecerem melhor um produto proprietário. Uma vez que o software open source também permite alargar o ciclo de vida do software, porque permite uma maior interligação e acesso ao código fonte (Aparício & Costa, 2012; Costa & Aparício, 2005).

O software open source tem vindo a evoluir, para uma forma estruturada, sendo conhecida como FOSS vs. OSS 2.0.

FOSS, onde o modelo conceptual é referido por Raymond (1998) como o modelo Bazar, é associado à criação de software partilhado e desenvolvido por muitos utilizadores, voluntários que colaboram na elaboração de projetos em comum.

O OSS tem como modelo, segundo Raymond (1998), a Catedral, onde a criação de software open source é realizada por profissionais em organizações, com metodologias mais organizadas.

2.2 Hardware Open Source

Hardware em open source é uma ramificação do software em código aberto, consiste na disponibilização de toda a informação referente à criação do artefacto, nomeadamente desenhos mecânicos, esquemas eletrónicos, desenhos das placas de circuito impresso, são alguns exemplos (GNU, 2015).

No entanto o hardware, apresenta mais desafios do que software quando se trata de fazer projetos em open source. Em outubro de 2012, Raspberry Pi, (Arnold, 2013) tornou-se totalmente open source. As diferenças entre software open source e o hardware podem ir além da simples abordagem das comunidades e partilha, para a construção de um sistema ou plataforma que pode ser estendido e reutilizados por outros (Pearce, 2015).

Geralmente o Hardware envolve vários componentes de diferentes fornecedores, que poderá ter outro tipo de licenciamento ou patentes sobre o artefacto. O licenciamento e abordagens no software de códigos abertos, embora complexo, em alguns casos, estão claramente descritos e em vigor com abordagens diferentes a partir do qual um programador ou empresário pode escolher, (Laurent, 2004).

Foram criadas licenças mais específicas de open source hardware; o Cern Open Hardware Licence (CERN OHL) e o Tucson Amateur Packet Radio Open Hardware Licence (TAPR OHL).

O CERN OHL é para o hardware o que General Public Licence (GPL) é para o software, define as condições sob o qual se pode utilizar ou modificar o artefacto.

O TAPR OHL pretende manter a mesma filosofia do GPL, sendo dividido em dois tipos de licenciamento; documentação, como por exemplo desenhos e produto, o artefacto produzido

Não sendo cada uma destas áreas facilmente licenciadas em código aberto. No entanto o hardware open source parece ser uma solução para alguns problemas associados com hardware proprietário (Pearce, 2012).

2.3 E-learning

A aprendizagem eletrónica (e-learning) consiste na “aprendizagem possibilitada pela Internet”, segundo Gunasekaran, (2002), mas também por outros meios tecnológicos, tais como intranets, extranets, CD-ROM, DVD, BlueRay, etc... alargando assim novos métodos de ensino permitido pelas novas tecnologias.

E-learning pode ser definido como o uso das tecnologias para suporte ao estudo, significa que embora o estudo possa ser realizado numa sala de aulas, serve como complemento às matérias de estudo, podendo disponibilizar os virtual learning environments (VLEs), (Ellaway, 2006) e (Torres, 2006) que possibilita uma assistência online ou offline, com acesso a bases de dados internas ao aluno, permitindo assim concluir as atividade com recursos que por norma não estão disponíveis em sala de aula, como por exemplo vídeos (Ardito, Costabile, De Marsico, Lanzilotti, Levialdi, Roselli, & Rossano, 2006).

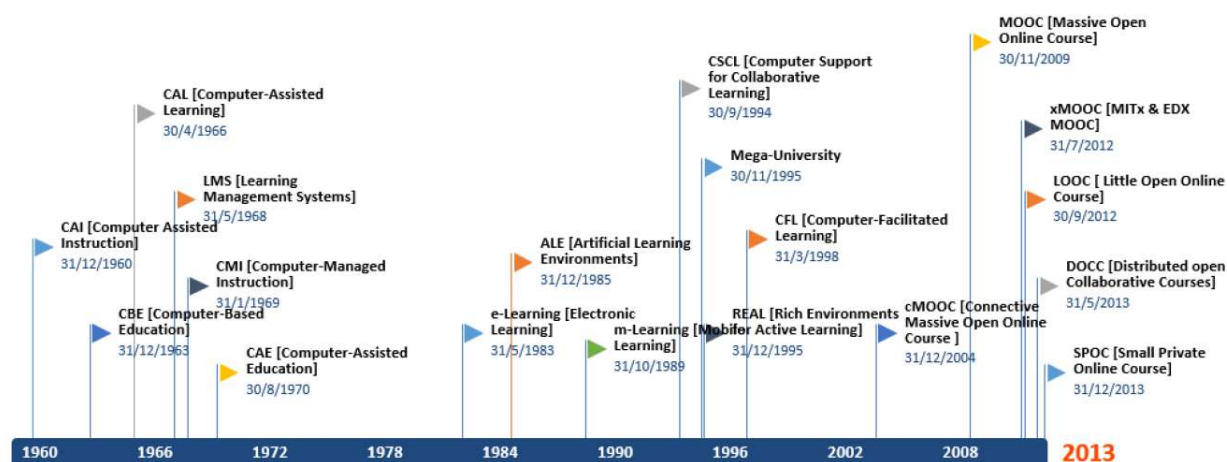


Figura 2- Conceitos E-Learning (Aparício, Bacao, & Oliveira, 2014b)

Tabela 2- Evolução conceitual baseado em Aparício & Bacao (2013)

Acrônimo	Descrição	Conceito	Autores
CAI	Computer-Assisted Instruction	Instituição	Kemeny & Kurtz, (1968), (1985)
ALE	Artificial Learning Environments	Utilização de um artefacto como mediador na aprendizagem	Fiol & Lyles (1985)
CAL	Computer-Assisted Learning	Indivíduos	Hart (1981), (1995)
REAL	Rich Environments for Active Learning	Responsabilidade e iniciativa do estudante. Atividades de "Generative learning" Contextos de "Authentic learning" Estratégias de "Authentic assessment" Apoio cooperativo	Grabinger & Dunlap (1995)
SRE	Self-Regulatory Efficacy	Avaliação independente do aluno na autorregulação da capacidade de aprendizagem	Bong (1998)
CAE	Computer-Assisted Education	Utilização de um computador Produção de materiais Utilização do computador pelo aluno	Zinn (2000)
CBE	Computer-Based Education	Variedade na utilização do computador	Zinn (2000)
CMI	Computer-Managed Instruction	Tarefas assignadas pelo professor	Zinn (2000)
e-Learning	Electronic Learning	Utilização de um sistema Web que disponibiliza informações, independentemente do tempo e espaço.	Rosenberg (2001) Piccoli et al (2001)
LMS	Learning Management Systems	Registro, monitorização, com entrega de conteúdo aos alunos Relatórios de progresso do aluno, avaliação resultados e lacunas de competências para os instrutores. "Inclui conteúdos de aprendizagem e interações do professor "	Ismail (2001) Lee & Lee (2008)
LCMS	Learning Content Management Systems	Plataformas de gestão de conteúdos, para terceiros que a organização poderá comprar ou colocar em "outsource"	Ismail (2001)
SDL	Self-Directed Learning	Foco no método de ensino professor-aprendizagem. "Aluno atende a palestras apenas para anotar o tempo, lugar, assunto, e para alterar a ordem de assistencia das palestras" "O núcleo de aprendizagem são os alunos e todos os serviços oferecidos pelo e-Learning"	Rovai (2004) Lee & Lee (2008)
ILM	Internet-based learning medium	"O objetivo primário no uso de um ILM é apoiar e melhorar a aprendizagem dos alunos."	Lee et al (2005)
CSCL	Computer Support for Collaborative Learning	Computadores facilitam, ampliam e redefinem o apoio à aprendizagem em grupos.	Sthal et al (2006) Ludvigsen & Mørch (2010) Mørch (2012)
MOOC	Massive Open	Distribuição livre de conteúdo de cursos para	A. McAuley, et

Acrônimo	Descrição	Conceito	Autores
.	Online Course	um uso global através da Web. Integra a conectividade das redes sociais, a facilidade de reconhecimento por um especialista no campo de estudo, e o livre acesso a recursos on-line	al.[30] R. Godwin-Jones[16]

Os sistemas de e-learning tem vindo a evoluir, conceito cunhado por Mary Alice White em 1983 (Aparício, Bacao, & Oliveira, 2015) onde o conceito definia a aprendizagem por meios eletrónicos, (White, 1983) no entanto a aprendizagem por meios eletrónicos tem inicio na resolução de problemas com ajuda de computadores Computer Assisted Instruction (CAI) apareceu, em 1955, (Zinn, 2000) permitindo a aprendizagem nas áreas da programação, esta evolução tem vindo a desenvolver novas metodologias e conceitos com o evoluir das tecnologias, inúmeros são os conceitos que partiram desse ponto.

O uso de computadores para o ensino data desde 1960, quando iniciaram estudos científicos sobre o uso de sistemas computacionais daí o nascimento do conceito CAI. Desde 1960 ate 2013 foram estudados 23 conceitos teóricos, levantados num estudo bibliometrico realizado cientificamente (Aparício, Bacao & Oliveira, 2014) ver Figura 2. A tabela seguinte mostra a evolução conceptual destes conceitos.

Hoje em dia a tendência é cada vez mais o uso massificado de plataformas de e-learning como suporte a aprendizagem e formação interna organizacional, não só para o enriquecimento profissional dos colaboradores, permitindo assim assegurar que novas tecnologias ou formas de laborar sejam adquiridas, mas igualmente aspetos legais, tais como; O trabalhador tem direito, em cada ano, a um número mínimo de 35 horas de formação contínua. (Lei nº7/2009 de 12 de Fevereiro; Lei nº69/2013) (Aparício, (2014).

2.4 Ecologia de MOOC's

A história dos MOOCs (Russell et al., 2013), permitiu ter uma visão sobre o e-learning e os seus modelos de negócio (Stephen, 2013), a utilização de Content management system (CMS), (Browning, Lowndes, & Words, 2001), open source, nomeadamente a utilização do Drupal para a distribuição de MOOCs, (Santos, Costa, & Aparício, 2013).

A definição de massive open online course (MOOC) é o modelo de disponibilização de conteúdos de formação online de forma gratuita e para todos os que queiram aprender e sem limite de formandos (Aparício, Bacao & Oliveira, 2014), cada vez mais este tipo de disponibilização de conteúdos está associado a universidades prestigiadas e organizações de renome.

Para o desenvolvimento da dissertação recorreu-se à revisão da literatura sobre os vários estudos de MOOCs e os seus derivados, SPOCs (Fox, 2013), a mudança de MOOCs para SPOCs foi igualmente estudada (Baggaley, 2014) com a grande aderência e a fraca conclusão dos MOOCs, tendo por isso a passagem para SPOCs a ser vista como uma boa solução para formações essenciais. Foram estudados os conceitos e diferenças entre MOOCs, SPOCs e a crescente publicação de artigos sobre os MOOCs (Aparício, Bacao & Oliveira, 2014).

Foi realizada a revisão da literatura dos conceitos e aplicações do hardware open source, tal como a utilização de hardware open source em cloud computing (Stephen, 2013) permitindo assim ter poder de processamento de modo a apresentar os MOOCs mais exigentes em termos de processamento (Muhtaseb, Lakiotaki, & Matsatsinis, 2012).

O conceito desta dissertação assenta sobre a possibilidade da utilização de hardware open source servir de base a distribuição de SPOCs. Pelo que é repartida em duas, o conceito de SPOC e a utilização de hardware open source (Daniel, 2012).

Novos tipos de MOOCs surgiram, como o c-MOOC que deixa cair a figura do professor como peça central na formação, transferindo assim o conhecimento para os alunos, que partilham esses conhecimentos, assumindo o papel de professores e estudantes em simultâneo, (Rodriguez, 2013) este conceito é permitido devido à enorme conectividade, entre alunos/professores, existente via Internet, algumas das qualidades diferenciadora dos c-MOOC's são:

Autonomia do aluno, que escolhe a altura e o que quer aprender. Diversidade de ferramentas utilizadas, uma vez que o nível de saber não é igual para todos. Interatividade na aprendizagem devido à comunicação entre participantes, (Bali, 2014).

Os x-MOOC's, (Aparício, Bacao, & Oliveira, 2014b), estão consideravelmente mais bem estruturados, isto porque o instrutor ou gestor de cursos tem maior flexibilidade no desenho

dos cursos, atendendo a um maior detalhe na elaboração do mesmo, geralmente os x-MOOC's têm as seguintes qualidades;

Plataformas de software desenhadas especialmente para um registo de um grande número de participantes, permite o streaming de material digital e mantêm o registo das atividades dos alunos (Daniel, 2012).

As lições em vídeo são em formato "sala de aula" onde existe uma figura central, o professor, que geralmente é filmado durante uma aula presencial.

Testes online, onde se obtém o resultado imediatamente, estes testes, normalmente em escolhas múltiplas mas também com respostas curtas como por exemplo a submissão de pedaços de código, podem ser realizados durante o curso, podendo existir um exame no final do curso.

Materiais de suporte, onde por vezes é dada a possibilidade de realizar o download de apresentações ou outros materiais.

Espaços de discussão comuns, permitindo assim uma maior interação entre alunos e professores.

Como resultado os x-MOOC's usam como modo de transmissão, um modelo de professor vs estudante tradicional, com conteúdos de grande qualidade.

2.5 Open Source e e-learning

A utilização de open source no e-learning é caracterizada pela facilidade de partilha de conhecimento, principalmente nas comunidades open source, mas também por universidades que assim libertam-se da utilização de software proprietário, tornando-se assim mais flexível e mais transparente, (A Koohang, 2005).

Esta flexibilidade permite que os cursos se possam adaptar aos alunos conforme as suas necessidades e adapta-las durante a duração do curso (Graf, & List, 2005).

Estudos realizados sobre plataformas de e-learning open source (Graf, & List, 2005), apresentam comparações entre LMS, permitindo assim avaliar quais os pontos fortes e pontos

fracos de cada plataforma, segundo Graf & List, (2005) o Moodle é um LMS que apresenta bastantes fatores positivos, comparativamente aos outros estudados.

Tabela 3- Resultados da comparação de plataformas de e-Learning

	Communication tools						Learning objects				Management of user data				Usability			Adaptation		Technical aspects				Administration			Course management										
	Forum	Chat	Mail/Messages	Announcements	Conferences	Collaboration	Synchronous & asynch. tools	Tests	Learning material	Exercises	Other creatable LOs	Importable LOs	Tracking	Statistics	Identification of online users	Personal user profile	User-friendliness	Support	Documentation	Assistance	Adaptability	Personalization	Extensibility	Adaptivity	Standards	System requirements	Security	Scalability	User management	Authorization management	Installation of the platform	Administration of courses	Assessment of tests	Organization of course objects			
Subcategories																																					
Maximum values	*	*		+	+	+	*	*	*	#	+	*	*	+	+	#	#	#	+	+	*	#	*	*	#	#	+	*	+	#	*		+	#	#		
ATutor		#			0	0	*		*	0	+	*	*	+			+		+	+		0	#		+	+	+	0	0	0					#		
Dokeos	+	+	0		+	0	*	*	*	0	+	*	+		0		+	#		+	+		0	*	+	+	+	0	0	0	#	0				#	
dotLRN	#	0		+	0	0	0		*	0	0	+		0	0	+				+	0	+	+	*	0	+	+	+	+	+		#	0	+	0	+	
ILIAS	+	*		0	0	0	*	*		0	+	*			+	+			+	0	+	#	*	0	+	+	+	0	0	0	#	*		+	+	+	
LON-CAPA	+	*			0	0	*	+				*			0	+	0	#	0	+	+	#	#		0	+	+	0	0	+	+	0		#	#		
Moodle	*	*	0	+	0	+	*	*	*	#	+	*	*		+	+	#	#	+	+	+	#	+	*		#	+	+	+	+						#	
OpenUSS	#	*	0	+	0		*	0		0	+	#	0	0	+	+	+	+		+	#	#	#	0	0	0	+	+		+	0	0	0	0			#
Sakai	#	*	0		0	0	*	0	*	#		*	*	0			#			0	0	0	0	*	0	0	+	+	+	0	+		+	0	0	0	
Spaghettilearning		*			0	0	*	+	0	0		*	*	+	+		+	+		+	+	#	+	0	0	0	+	+	0		0				0	0	

Fonte: An evaluation of open source e-learning platforms stressing adaptation issues. (Graf, & List, 2005),

O método de avaliação utilizado pelo autor foi o Qualitative Weight and Sum (QWS), descrito na sua avaliação.

Segundo Young, (2004), que afirma que qualquer pessoa pode utilizar software open source. No entanto o sucesso do modelo a implementar depende de alguns fatores:

- A criação de comunidades
- Acordo sobre a definição de open source
- A alocação de orçamento para o software "gratis"
- Encorajar as instituições a mudar para o open source
- Manter uma relação positiva com as empresas

Verifica-se que a adoção do open source no e-learning tem vindo a aumentar e claramente que os métodos de aprendizagem estão a evoluir.

Todos os métodos aqui estudados estão em pratica, e estão a ser disponibilizados por universidades reputadas que assim apostam na distribuição do conhecimento de uma forma massiva, aberta e gratuita, no entanto dependentes do acesso à Internet.

Assiste-se igualmente a uma variedade de Free and Open Source Hardware (FOSH) que contribui não só para pequenos projetos mas para a redução de custos com hardware proprietário.

3 Proposta de um modelo conceptual para

SMOC

3.1 Conceito

Das variantes existentes nos MOOCs verificou-se que existe um espaço para um tipo de aprendizagem de extrema importância nas indústrias de hoje. A aprendizagem inicial da organização, assim como a transmissão de procedimentos essenciais em vigor nas organizações.

A transmissão de conhecimento requer hoje em dia, um dispêndio de tempo considerável sempre que um novo colaborador entra na organização. Estas transmissões de conhecimento não se enquadram nos MOOCs, no máximo poderia ser aproximado aos SPOCs no entanto existem informações que não sendo privada, como o caso da formação da higiene e segurança no trabalho, é transmitida internamente na organização. Em consequência criou-se a designação de *small massive online course* (SMOC).

A diferenciação deste passa por ser possível ter cursos de pequena dimensão, no entanto não serem privados, este tipo de formação poderá ser transmitido em várias organizações de modo a poupar tempo à organização e ao mesmo tempo transmitir informações importantes, precisas e consistentes a todos os colaboradores, permitindo a sua atualização e a respetiva disponibilização aos utilizadores, tanto em ambientes conectados como a Internet ou intranet, como em ambientes desconectados, sem acesso à rede corporativa ou Internet

Tomamos por exemplo uma organização empresarial no ramo da consultadoria. A entrada de um novo colaborador obriga ao dispêndio de tempo de vários colaboradores, que irão indicar quais os procedimentos necessários para a integração do novo utilizador, como por exemplo como solicitar a criação de um nome de utilizador e palavra-chave, obtenção de uma conta de correio eletrónico da organização, e quais as regras de utilização dos mesmos, deverá igualmente ser instruído de como deve proceder ao registo de horas, quais os dias que terá direito, que tipo de viatura pode ter, e quais as regras de utilização da mesma, indicando

quilómetros autorizados, combustível a ser suportado pela empresa e qual a manutenção prevista para a viatura e cuidados a ter, os procedimentos internos da organização deverão igualmente ser transmitidos, quais os documentos importantes a ler, quais os valores da organização, entre muitos.

Outro ponto muito importante prende-se com os procedimentos em caso de perigo, tais como incêndios, terremotos, cheias ou outras ocorrências possíveis, identificadas pelos planos de evacuação. Não só durante a fase inicial na organização como nas alterações de procedimentos ou na alteração das normas.

3.2 Arquitetura

Foi levantado as principais funcionalidades do sistema através dos casos de uso de forma a validar as funcionalidades, foram identificados ao todo quatro atores que entreveem no sistema.

Os atores do sistema são: Estudante, formador, criador de curso, administrador.

Estudante: formando de curso que pretende obter conhecimentos sobre determinada matéria

Formador: é responsável pela execução de uma instância de curso, operacionalizando numa situação concreta.

Criador de Curso: É responsável pela criação de cursos, define e carrega os cursos no sistema.

Administrador: É responsável pela montagem do hardware e respetivo sistema operativo, assim como a instalação e configuração da plataforma LMS.

As interações dos utilizadores com o sistema (casos de uso) são instala hardware, instalar sistema operativo, instala plataforma LMS, conceber curso, gerir curso, realizar curso.

Conceber curso – consiste em fazer a conceção do curso e de todos os recursos e carregar no sistema.

Gerir curso – Generalização para; iniciar curso, interagir com estudantes através da plataforma, disponibilizar recursos existentes, avaliar e finalizar curso

Realizar Curso – aceder a cursos, consultar recursos e realização de tarefas na plataforma.

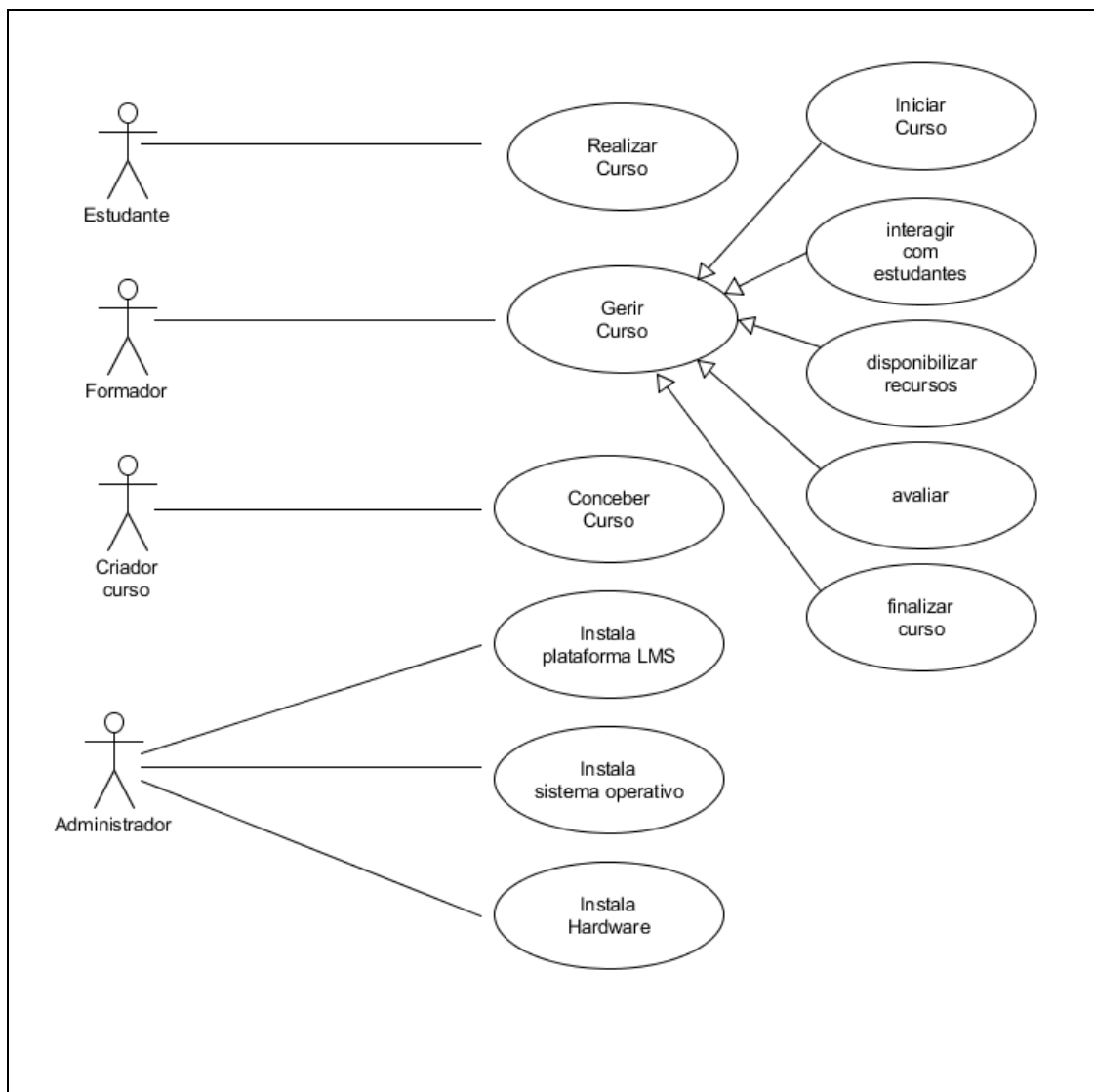


Figura 3- Caso de uso

Apresenta-se de seguida as fases deste modelo, caracterizada por 3 fases.

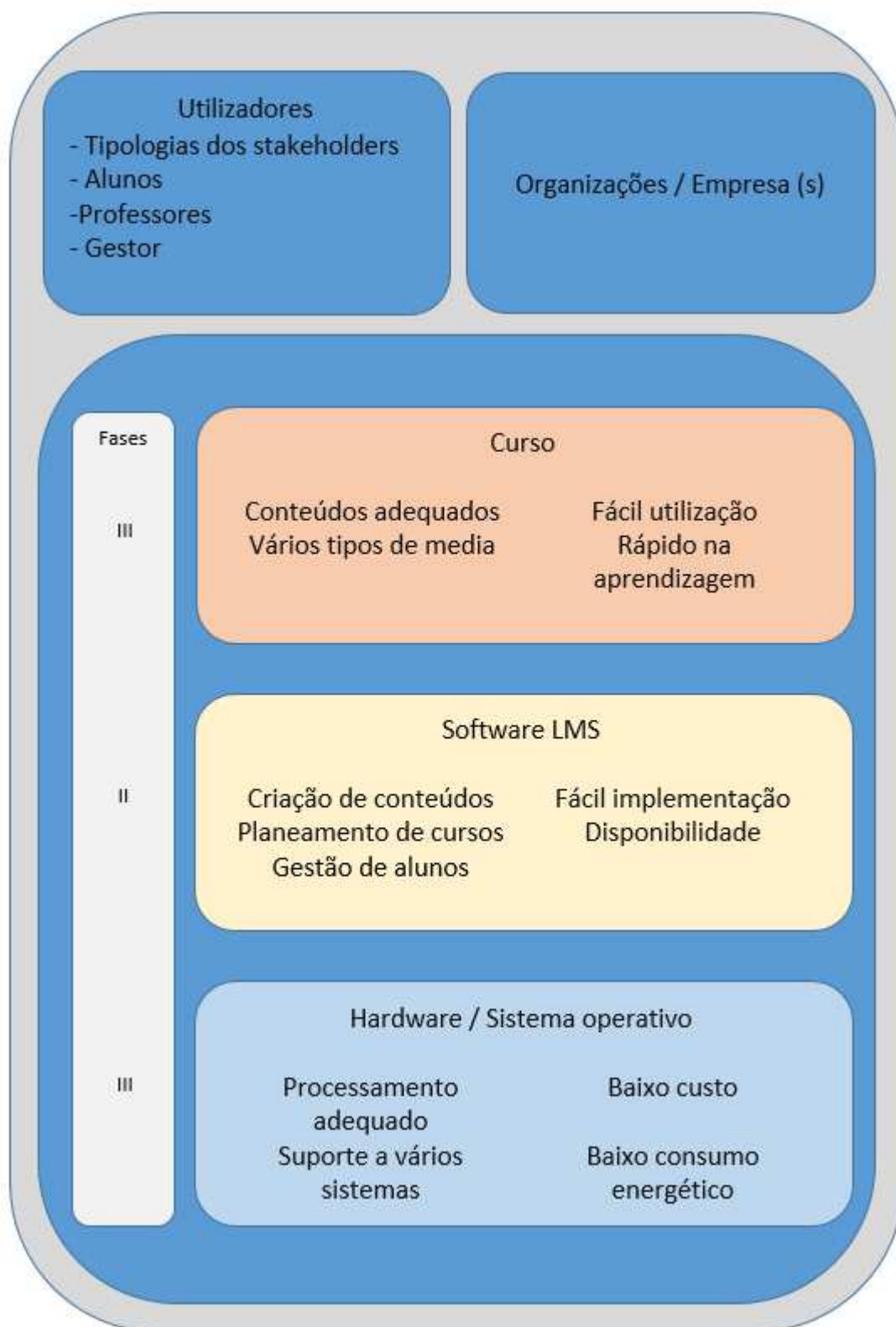


Figura 4- Modelo conceptual

4 Desenvolvimento do protótipo

Tal como referido anteriormente, a abordagem metodológica realizada foi uma primeira parte através de revisão de literatura.

Recorreu-se a uma segunda parte através de uma metodologia quantitativa, utilizando métodos de testes laboratoriais, tendo como resultado final a apresentação do Raspberry Pi como servidor offline de SMOC.

4.1 Hardware e Sistema Operativo

Especificações da plataforma

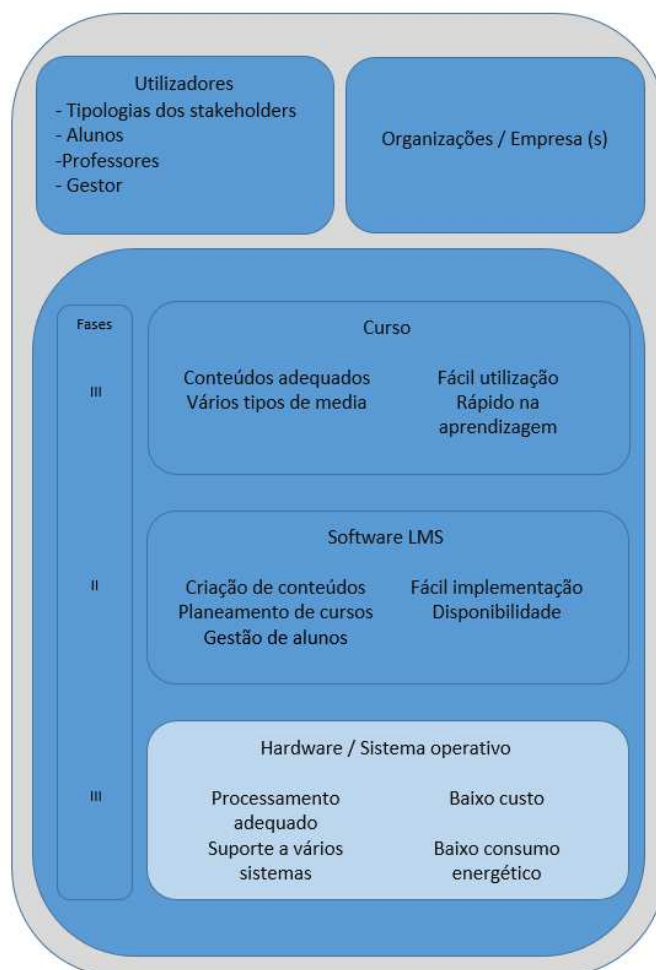


Figura 5 – Modelo conceptual hardware

Existindo inúmeras formas para a implementação deste conceito, verificou-se que de todos os sistemas disponíveis, Arduino, Raspberry Pi, Beagleboard e muitos outros, (Arnold, 2013) que apresentavam as características técnicas que permitiam uma facilidade de utilização assim como um maior número de comunidades de ajuda, o Raspberry Pi é o que possui as melhores características para a realização deste protótipo. Onde se salienta o processador, Broadcom BCM2836 Arm7 com quatro cores a 900MHz, que permite a execução das tarefas que serão assignadas, assim como 1 GB de memória interna, além das restantes características.

O centro deste dispositivo é um circuito integrado (SoC) Broadcom BCM2836 com quatro cores a 900 MHz ARM Cortex-A7 e 1 GB de memória principal (partilhado com o GPU), existindo no entanto versões mais antigas com 256 e 512 MB de memória. Suporta vários sistemas operativos (Raspberrypi, 2015) entre os quais o Rasbian, (Rasbian, 2015) um sistema operativo baseado no Debian GNU/Linux, (Murdock, 1994), que mantem um grande numero de pacotes de instalação que permite a instalação, em arquiteturas ARM, sem qualquer modificação do software.

Não possuindo disco rígido ou memória persistente, a única forma de guardar o sistema operativo e o respetivo micro código (firmware), assim como qualquer tipo de dados é num cartão SD, mais concretamente SDHC, devendo por isso escolher um cartão de memória com melhores tempos de acesso de leitura e escrita, pelo que se utiliza cartões SDHC classe 10.

Outros dispositivos podem ser ligados via portas USB (versão 2), existindo igualmente uma porta Fast Ethernet conectada internamente ao bus USB. A saída de vídeo é realizada por uma porta HDMI na sua forma digital ou na forma analógica por uma porta RCA.

A alimentação é realizada por uma porta micro USB com entrada de 5V permitindo uma corrente de 800 mA (4.0 W)

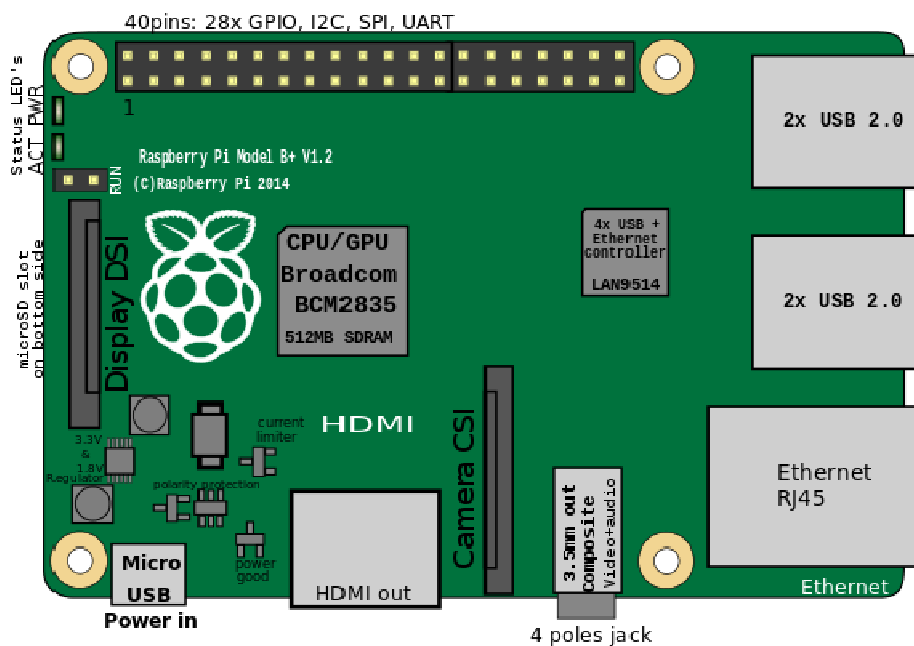


Figura 6- Raspberry Pi Layout

Para realizar esta tarefa, foram escolhidos os seguintes materiais:

- 1 Raspberry Pi Versão 2 com as seguintes características:
 - Broadcom BCM2836 ARMv7 com um processador com quatro núcleos a 900MHz
 - 1GB de memória RAM
 - GPIO estendido de 40 pinos
 - Porta Ethernet 10/100
- Cartão SD de 32 Gb
- Um adaptador wireless
- Um adaptador Bluetooth

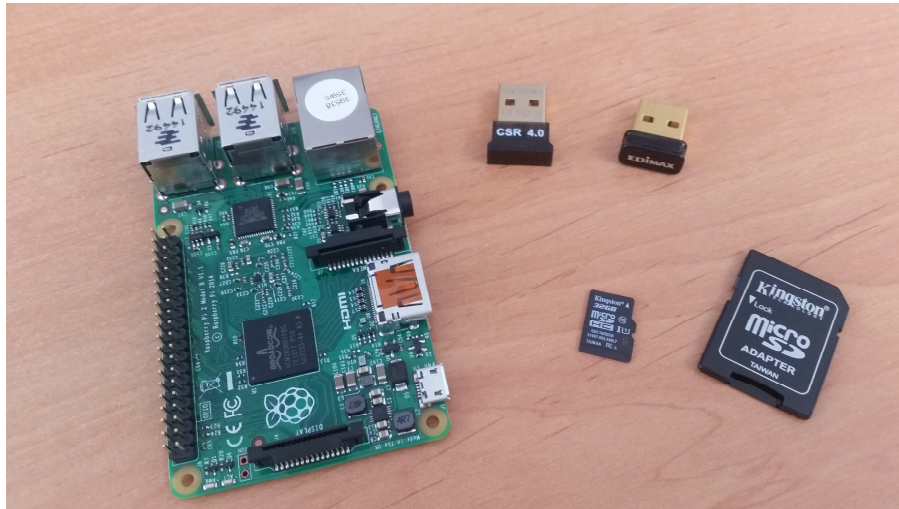


Figura 7- Equipamentos

De modo a instalar um sistema operativo foi necessário recorrer ao site oficial da fundação Raspberry Pi, (Raspberrypi, 2015), figura 7, e descarregar a imagem do sistema operativo (SO).

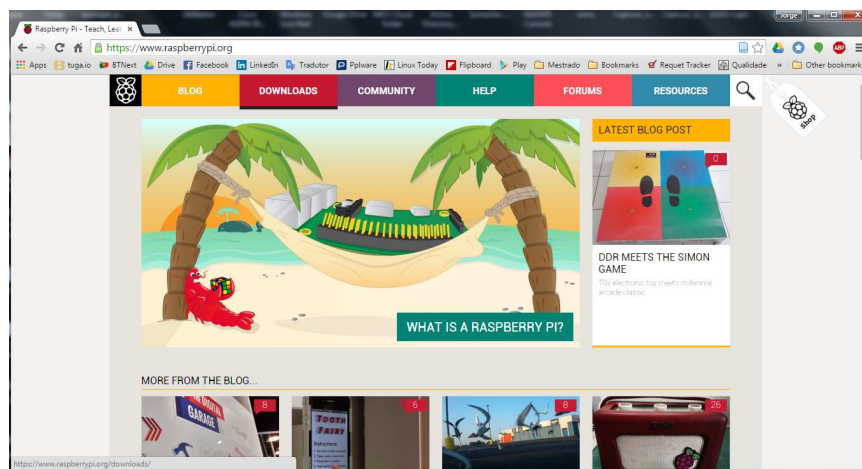


Figura 8- Site da Fundação Raspberry Pi

Na secção “Downloads” foi escolhido o SO “RASPBIAN”

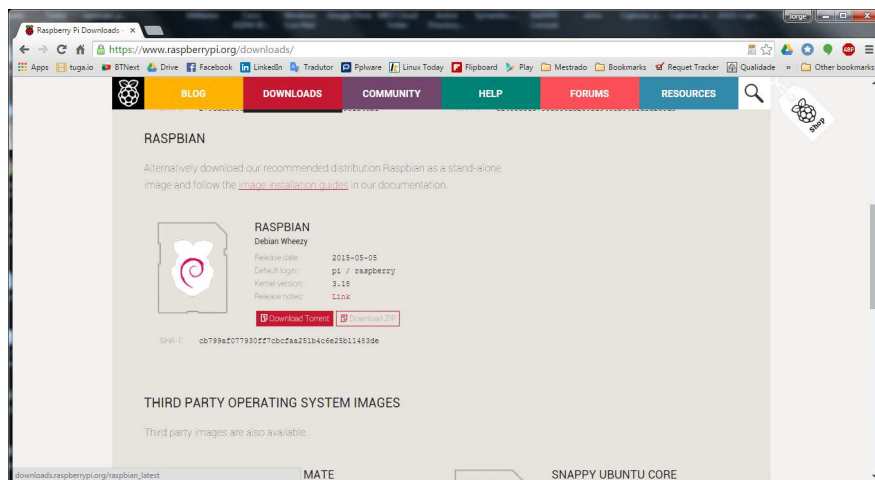


Figura 9- Área de downloads

De modo assegurar que não houve erros no download, foi realizado a comparação das hashes, neste caso do SHA-1.

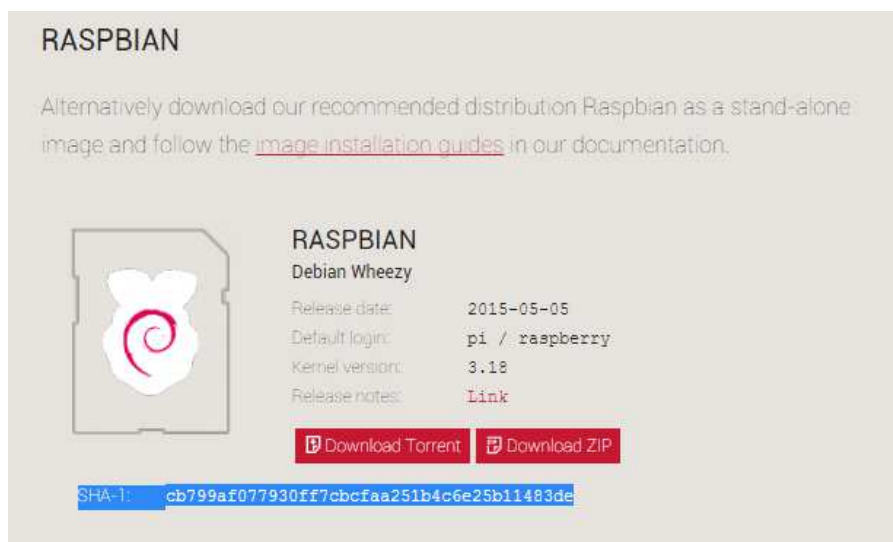


Figura 10- A hash SHA-1 do ficheiro

Utilizando um dos softwares disponíveis para este tipo de verificação neste caso utiliza-se o IgorWare Hasher, disponível em <http://www.igorware.com/hasher/download>.

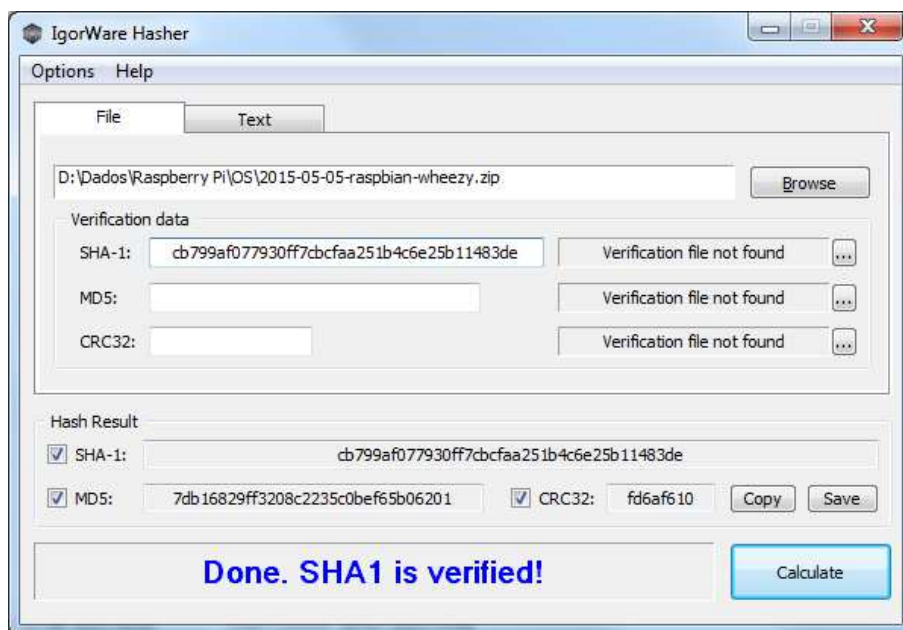


Figura 11- Software hasher.exe

Validando assim que o ficheiro solicitado foi descarregado corretamente. Pôde-se assim continuar com a escrita da imagem, 2015-05-05-raspbian-wheezy.img, no cartão SD que suportará o SO.

Para este tipo de escrita, utilizou-se um programa largamente utilizado e recomendado pelo fabricante do Raspberry Pi, sendo este denominado win32diskimager, disponível em <http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>.

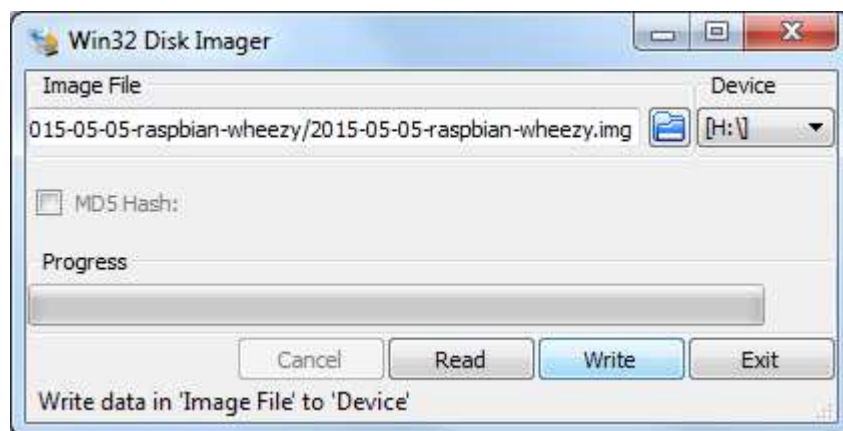


Figura 12– Programa win32diskimager

Após a escolha da imagem a gravar, 2015-05-05-raspbian-wheezy.img, e a localização do cartão SD, [H:\], escolhemos a opção “Write” que nos alerta para o fato de se gravar diretamente para um dispositivo físico, poderá corromper o dispositivo, ignoramos este aviso e continuamos a operação de escrita no cartão SD.



Figura 13– Aviso na escrita do cartão SD

Com o sucesso na escrita da imagem no cartão SD, colocou-se o cartão SD no Raspberry Pi e ligando-se de seguida o Raspberry Pi à alimentação com uma tensão de 5 Volts com uma corrente mínima de 2 Amperes. Ligou-se igualmente um detetor USB de modo a conferir a tensão e corrente consumida pelo adaptador USB wireless, garantindo assim que o mesmo funciona corretamente.



Figura 14– Alimentação do Raspberry Pi

Mesmo sem ligação a um monitor, seja por HDMI ou RCA, podemos configurar o Raspberry Pi com recurso a um cabo USB to Serial, utilizou-se o GPIO fornecido pelo equipamento, nomeadamente nas portas 2 (5V), 6 (Ground), 8 (TxD) e 10 (RxD).

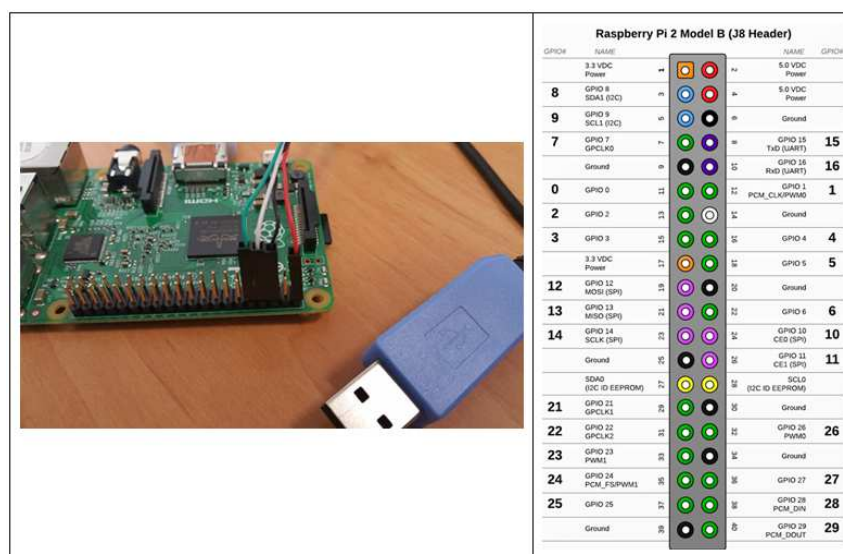


Figura 15– GPIO e ligação serial

Utilizou-se o software open source *PuTTY* de modo a conectar ao Raspberry Pi, utilizando as configurações de 115200 na velocidade e escolhendo serial como tipo de ligação, a porta COM17 foi a atribuída pelo sistema.

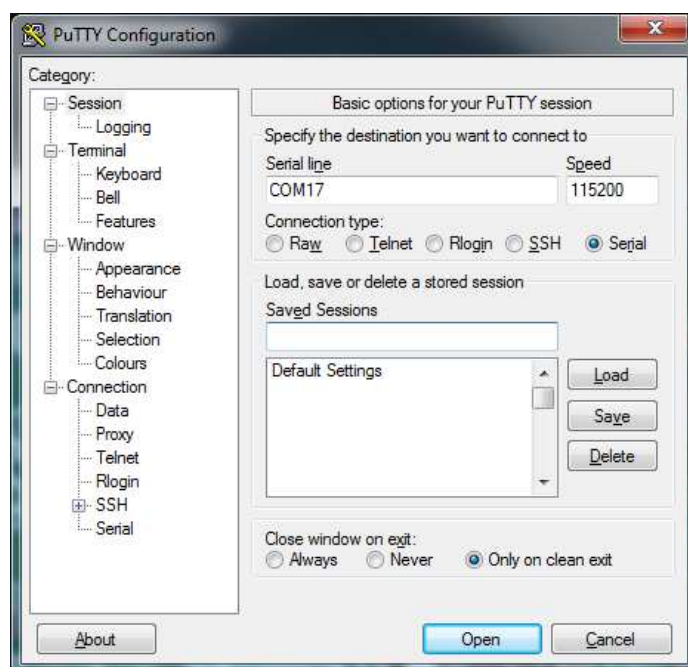


Figura 16– Configuração software Putty

Após a ligação realizamos o login com o user “pi” e a palavra passe “raspberry”

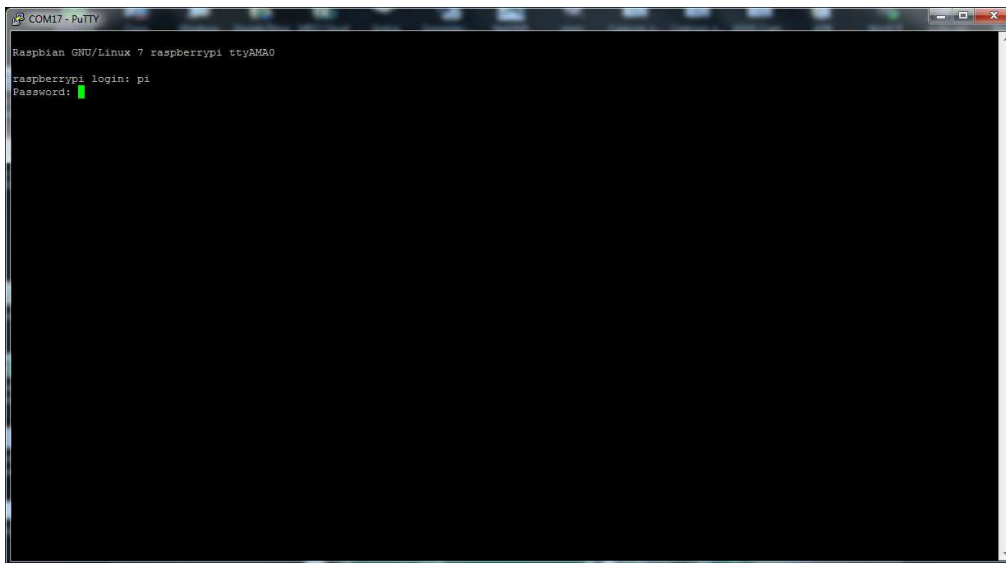


Figura 17– Login via serial (tty)

A configuração base do sistema permite a expansão do sistema de ficheiros, a alteração da palavra passe do utilizador “pi”, updates do sistema, entre outros. Para tal corremos o aplicativo “raspi-config”

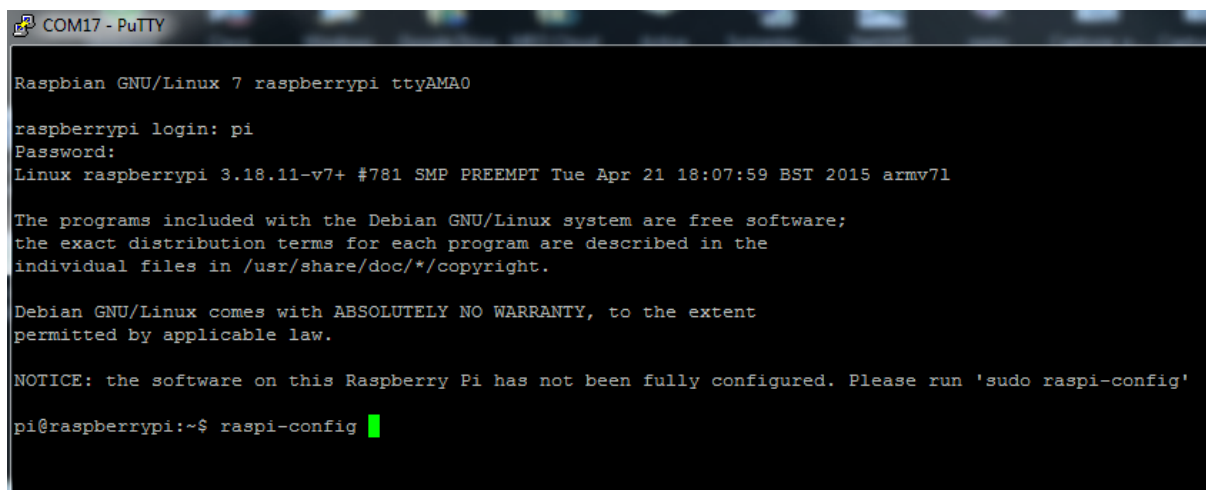


Figura 18– Sistema de configuração

Expandir o sistema, de forma a ter a totalidade da capacidade do cartão de memória, uma vez que a imagem descarregada vem com o mínimo de espaço atribuído.

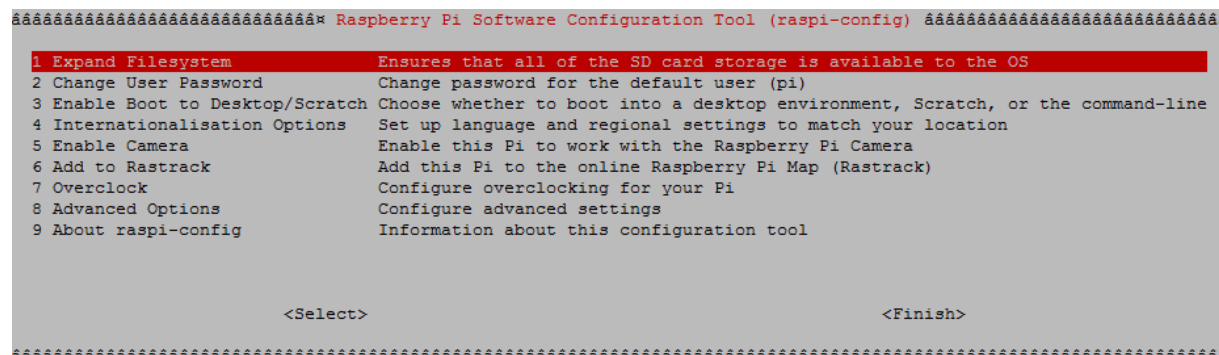


Figura 19– Expansão do sistema

O sistema indica que será realizada a expansão no próximo restart do sistema.

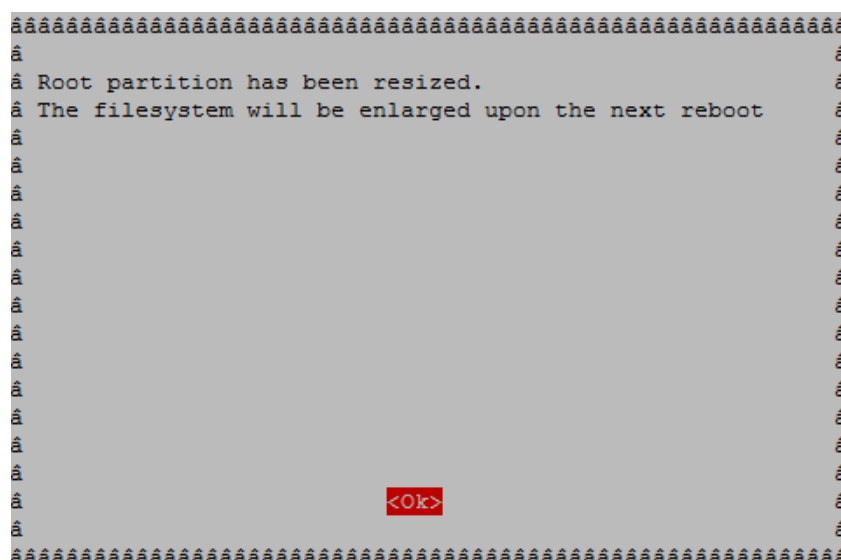


Figura 20– Confirmação da expansão

De seguida deve alterar-se a password que vem por defeito, de modo a garantir a segurança do sistema.

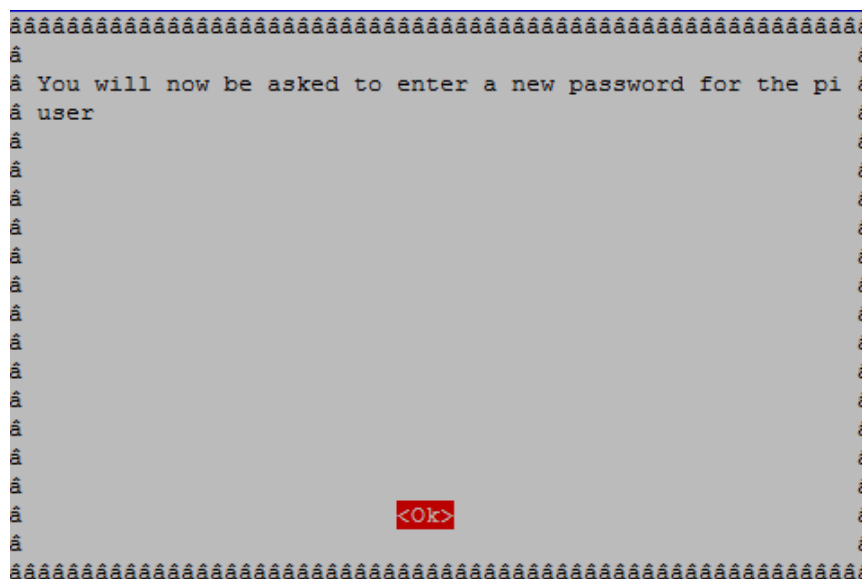


Figura 21– Alteração da password

Obtendo a de seguida a confirmação do sucesso da operação, após a introdução da nova password.

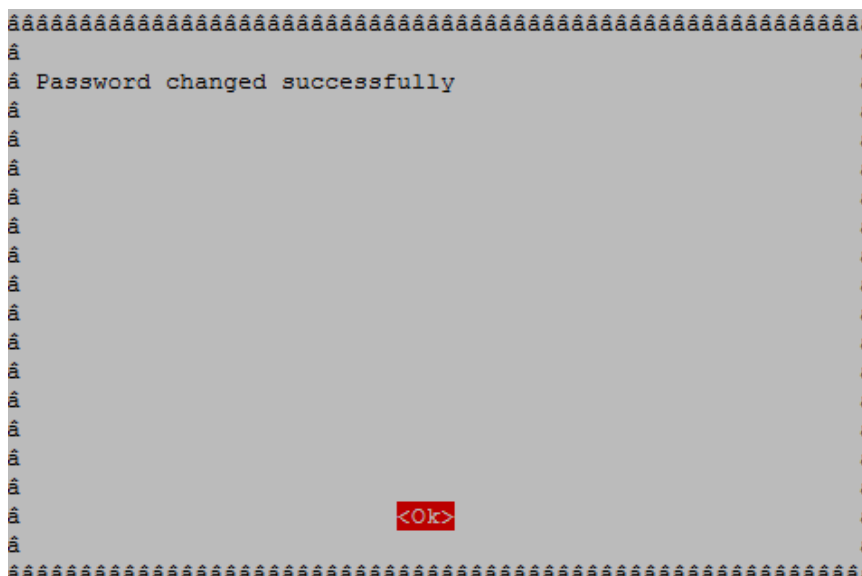


Figura 22– Confirmação da alteração

Configuramos o sistema de modo a entrar automaticamente numa sessão gráfica. Este passo permite que quando se ligue o equipamento a um dispositivo de saída (TV, monitor, etc...) seja apresentado um ambiente gráfico

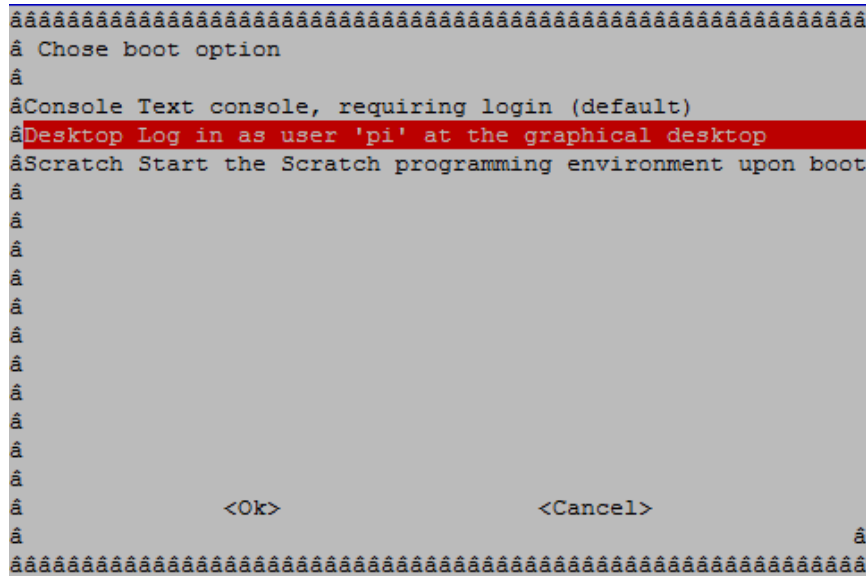


Figura 23– Escolha de sessão gráfica

De modo a poder configurar outros parâmetros do sistema, escolhe-se a opção “Advanced Options”, nomeadamente o nome do sistema.

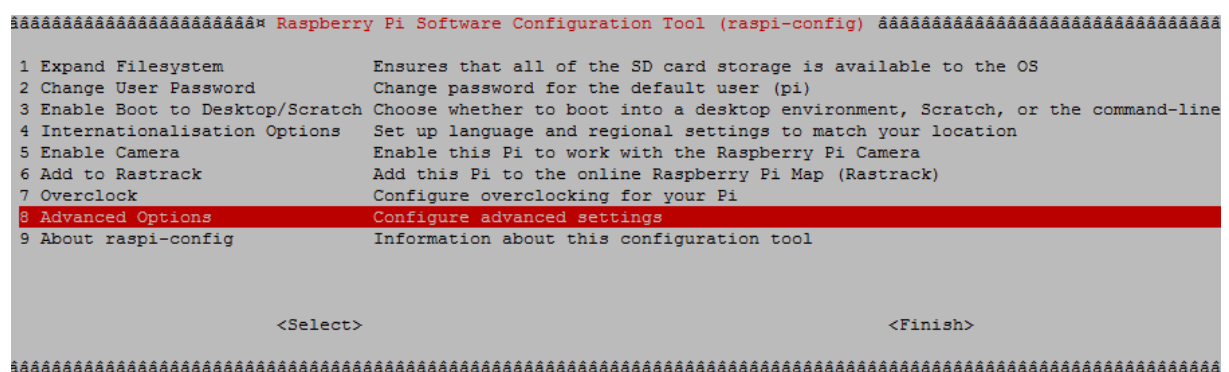


Figura 24– Menu “Advanced Options”

De modo a terminar as alterações iniciais realizou-se uma reinicialização ao sistema.

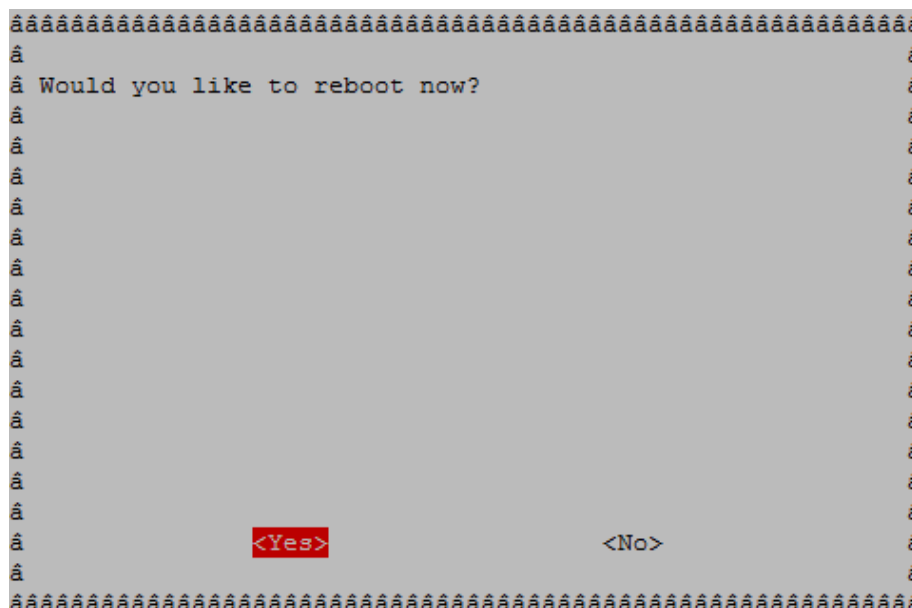


Figura 25– Reboot

Após o arranque do sistema, configurou-se a rede sem fios de modo a permitir acesso wireless, editando por isso o ficheiro `/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf`.

```
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
network={
    ssid="classroom"
    proto=RSN
    key_mgmt=WPA-EAP
    pairwise=CCMP TKIP
    auth_alg=OPEN
    eap=PEAP
    identity="wireless.rasp"
    password="password"
```

```
phase1="peapver=0"
phase2="MSCHAPV2"
}
~
"/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf" 16 lines, 334 characters
```

Figura 26– ficheiro /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf

Ligou-se a rede da seguinte forma.

```
root@raspberrypi:~# ifdown wlan0
root@raspberrypi:~# ifup wlan0
```

Figura 27– Inicialização da placa de rede

Verificou-se a conectividade através um comando ping à gateway da rede (10.12.3.254)

```
root@raspberrypi:~# ping 10.12.3.254
PING 10.12.3.254 (10.12.3.254) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.12.3.254: icmp_req=1 ttl=255 time=8.65 ms
64 bytes from 10.12.3.254: icmp_req=2 ttl=255 time=5.60 ms
```

Figura 28– Ping à gateway

Atualizou-se o Sistema operativo para a versão mais recente, invocando o comando apt-get upgrade.

```
root@raspberrypi:~# apt-get upgrade
Reading package lists... Done
Building dependency tree
```

Reading state information... Done

The following packages have been kept back:

nuscratch

The following packages will be upgraded:

bind9-host cups-bsd cups-client cups-common firmware-realtek fuse

ghostscript libbind9-80 libcups2 libcupsimage2 libdns88 libexpat1 libfuse2

libgs9 libgs9-common libicu48 libisc84 libisccc80 libisccfg82 liblcms1

liblwres80 libmp3lame0 libnss3 libraspberrypi-bin libraspberrypi-dev

libraspberrypi-doc libraspberrypi0 libstd1.2debian libsqlite3-0 libssl1.0.0

omxplayer openssl raspberrypi-bootloader raspi-config rpcbind sonic-pi sudo

tzdata unzip

39 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 1 not upgraded.

Need to get 127 MB of archives.

After this operation, 8,692 kB of additional disk space will be used.

Do you want to continue [Y/n]?

Figura 29– apt-get

Após o sucesso da operação, realizou-se mais um restart ao sistema de modo a permitir aplicar as alterações introduzidas pelo upgrade do sistema.

4.2 Instalação do LMS

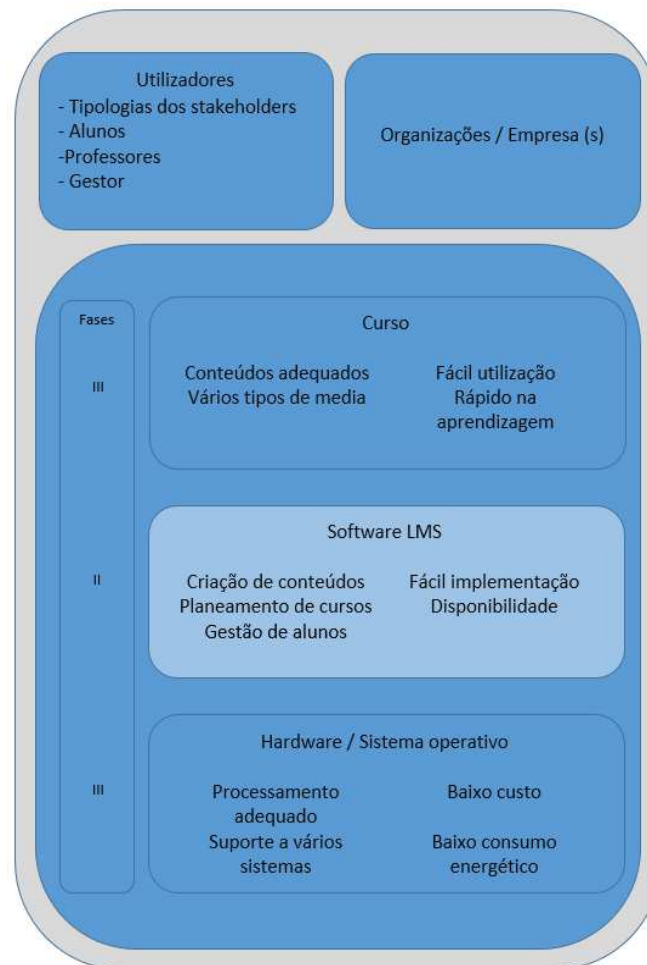


Figura 30- Modelo conceitual LMS

A instalação do LMS, sendo escolhido o Moodle, pela sua popularidade e grande comunidade aliada às funcionalidades (Graf, & List, 2005), é realizada utilizando os pacotes existente nos repositórios do Debian, sendo a versão 2.2.3.dfsg-2.6~wheezy1 do Moodle a escolhida para a instalação.

```
root@raspberrypi:~# apt-get install moodle mysql-server mysql-client
Reading package lists... Done
```

Building dependency tree

Reading state information... Done

The following extra packages will be installed:

apache2-mpm-prefork apache2-utils apache2.2-bin apache2.2-common dbconfig-common
javascript-common libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dbd-sqlite3
libaprutil1-ldap libjs-yui libmysqlclient18 libonig2 libpq5 libqdbm14

lsb-release lsof mimetex mysql-common php5-cli php5-common php5-curl php5-gd php5-
ldap php5-mysql php5-xmlrpc postgresql postgresql-9.1 postgresql-client postgresql-client-
9.1 postgresql-client-common postgresql-common ssl-cert wwwconfig-common

The following NEW packages will be installed:

apache2-mpm-prefork apache2-utils apache2.2-bin apache2.2-common dbconfig-common
javascript-common libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dbd-sqlite3
libaprutil1-ldap libjs-yui libmysqlclient18 libonig2 libpq5 libqdbm14

lsb-release lsof mimetex moodle mysql-common php5-cli php5-common php5-curl php5-gd
php5-ldap php5-mysql php5-xmlrpc postgresql postgresql-9.1 postgresql-client postgresql-
client-9.1 postgresql-client-common postgresql-common ssl-cert wwwconfig-common

0 upgraded, 38 newly installed, 0 to remove and 1 not upgraded.

Need to get 32.5 MB of archives.

After this operation, 143 MB of additional disk space will be used.

Do you want to continue [Y/n]?

Figura 31– Instalação do LMS

Após a instalação foi criado um softlink, ou redireccionamento do webserver para a pasta onde foi instalado o Moodle, evitando assim o erro 404.

```
root@raspberrypi:~# cd /var/www;sudo ln -s /usr/share/moodle
```

Figura 32– SoftLink

Estando a instalação do LMS realizada procedeu-se a sua configuração. Num browser, colocamos o URL: `http://<ip da máquina>/moodle/admin/index.php`.

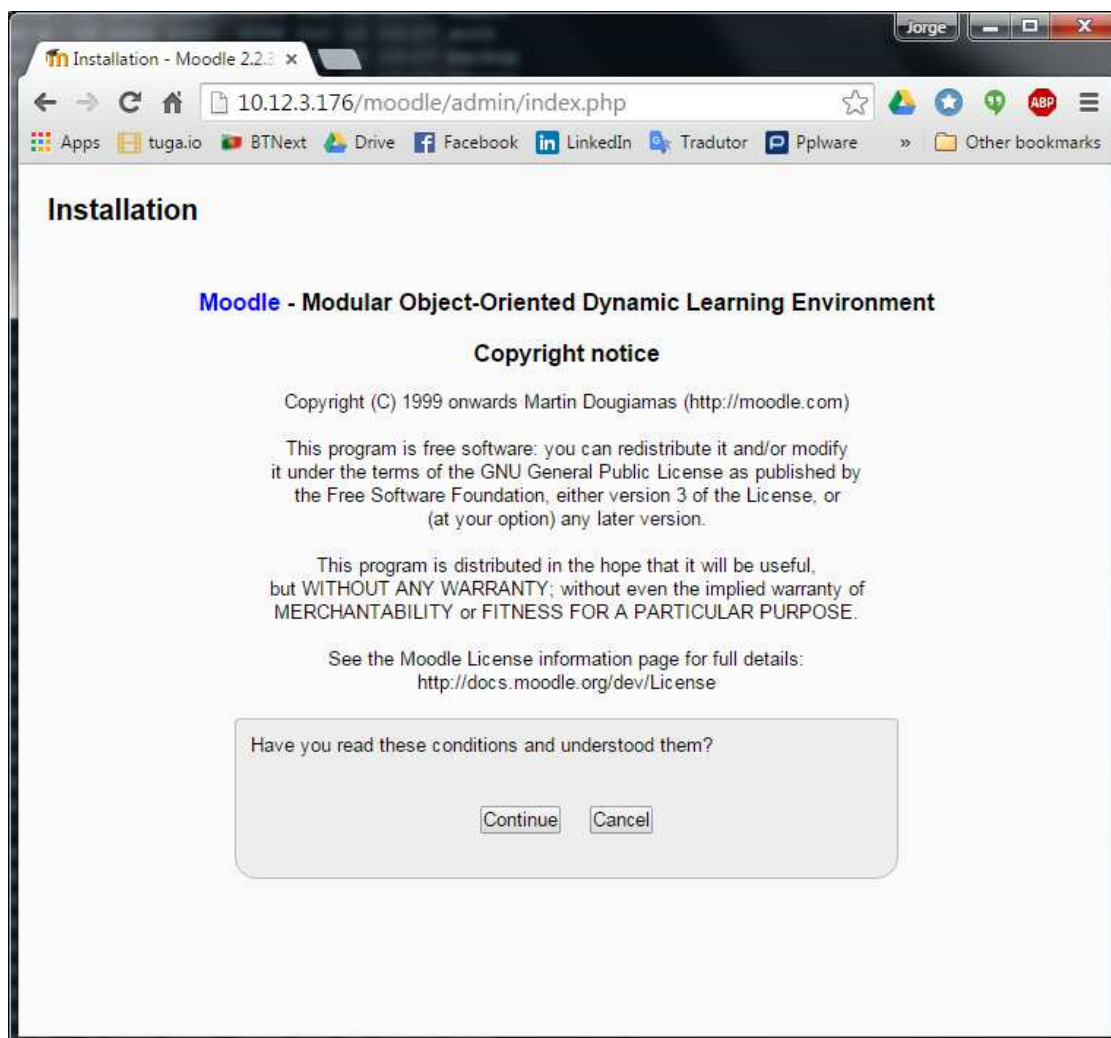


Figura 33– Início da configuração

Aceite as condições da licença, avançamos para a seguinte página, onde é verificado se todos os componentes necessários ao funcionamento do Moodle estão presentes.

Installation - Moodle 2.2.3+ (Build: 20120615)

Moodle 2.2.3+ (Build: 20120615)

For information about this version of Moodle, please see the online [Release Notes](#)

Server checks

Name	Information	Report	Status
unicode		must be installed and enabled	OK
database	mysql	version 5.0.25 is required and you are running 5.5.44.0.7.1	OK
php		version 5.3.2 is required and you are running 5.4.45.0.7.1	OK
php_extension	iconv	must be installed and enabled	OK
php_extension	mbstring	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	curl	must be installed and enabled	OK
php_extension	openssl	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	tokenizer	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	xmlrpc	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	soap	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	ctype	must be installed and enabled	OK
php_extension	zip	must be installed and enabled	OK
php_extension	gd	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	simplexml	must be installed and enabled	OK
php_extension	spl	must be installed and enabled	OK
php_extension	pcre	must be installed and enabled	OK
php_extension	dom	must be installed and enabled	OK
php_extension	xml	must be installed and enabled	OK
php_extension	intl	should be installed and enabled for best results	OK
php_extension	json	must be installed and enabled	OK
php_setting	memory_limit	recommended setting detected	OK
php_setting	safe_mode	recommended setting detected	OK
php_setting	file_uploads	recommended setting detected	OK

Your server environment meets all minimum requirements.

[Continue](#)

Figura 34– Módulos presentes

Após a validação dos módulos presentes é dado início à instalação do LMS.

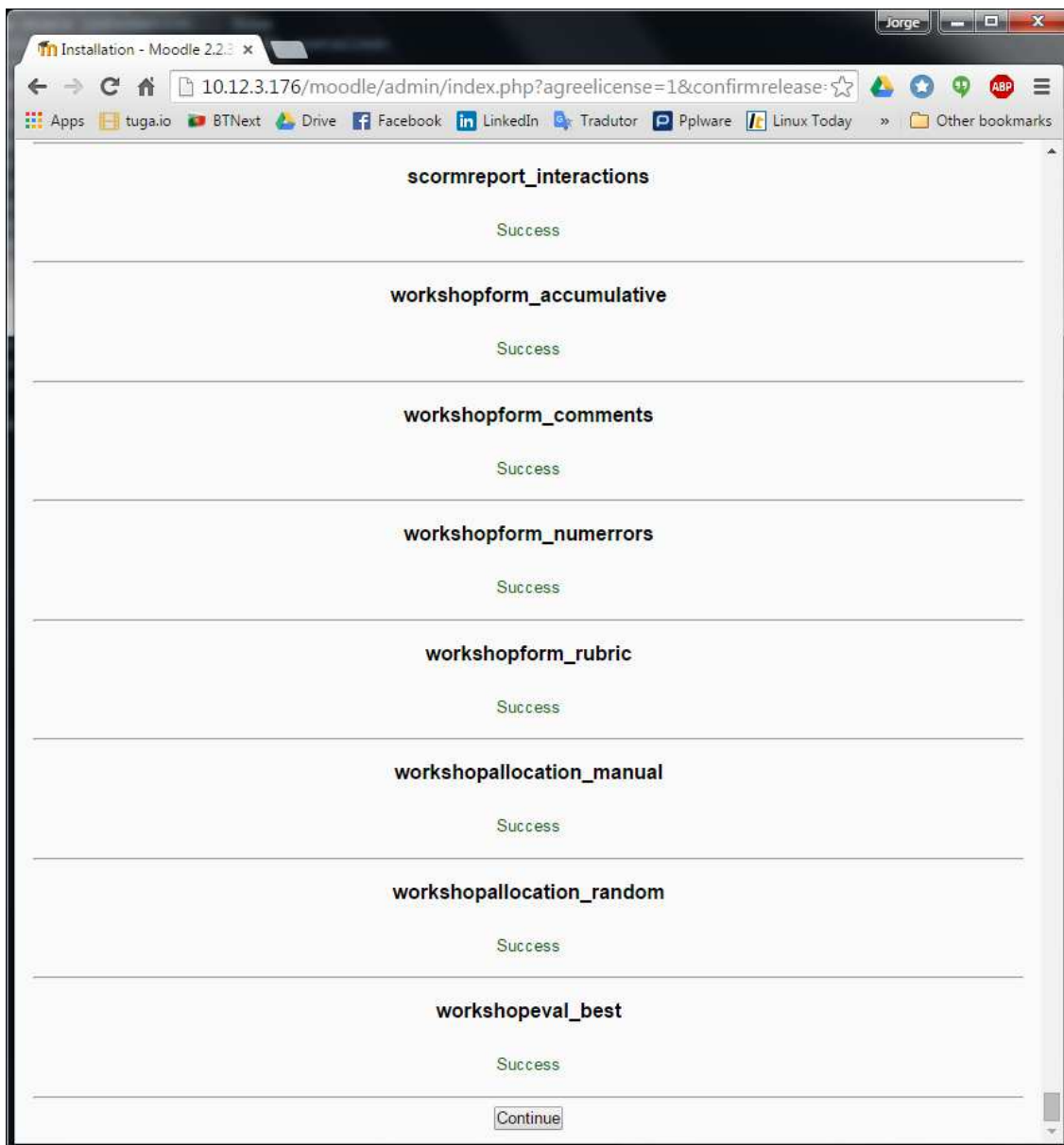
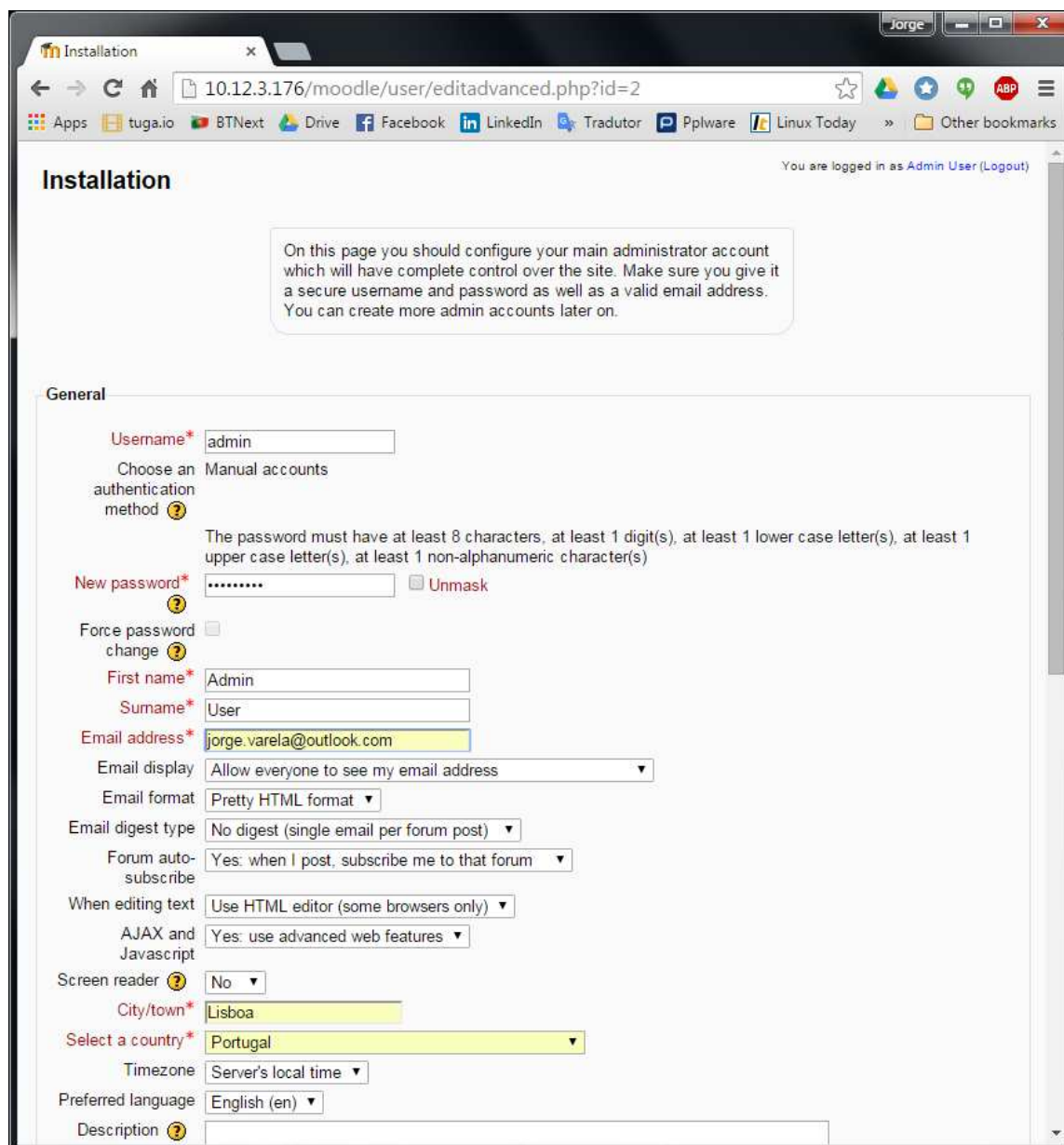


Figura 35– Instalação

Procedemos à configuração da conta de administrador.



The screenshot shows a web browser window with the URL `10.12.3.176/moodle/user/editadvanced.php?id=2`. The page title is "Installation". A message box states: "On this page you should configure your main administrator account which will have complete control over the site. Make sure you give it a secure username and password as well as a valid email address. You can create more admin accounts later on." The "General" section contains the following fields and options:

- Username***: `admin`
- Choose an authentication method**: `Manual accounts`
- New password***: `.....` (with an `Unmask` checkbox)
- Force password change**: ☐
- First name***: `Admin`
- Surname***: `User`
- Email address***: `jorge.varela@outlook.com`
- Email display**: `Allow everyone to see my email address`
- Email format**: `Pretty HTML format`
- Email digest type**: `No digest (single email per forum post)`
- Forum auto-subscribe**: `Yes: when I post, subscribe me to that forum`
- When editing text**: `Use HTML editor (some browsers only)`
- AJAX and Javascript**: `Yes: use advanced web features`
- Screen reader**: `No`
- City/town***: `Lisboa`
- Select a country***: `Portugal`
- Timezone**: `Server's local time`
- Preferred language**: `English (en)`
- Description**: (empty text area)

Figura 36– Configuração do administrador

Concluída a configuração do utilizador de administração, foi realizada a configuração da página principal do Moodle, onde se indica o nome e descrição da mesma.

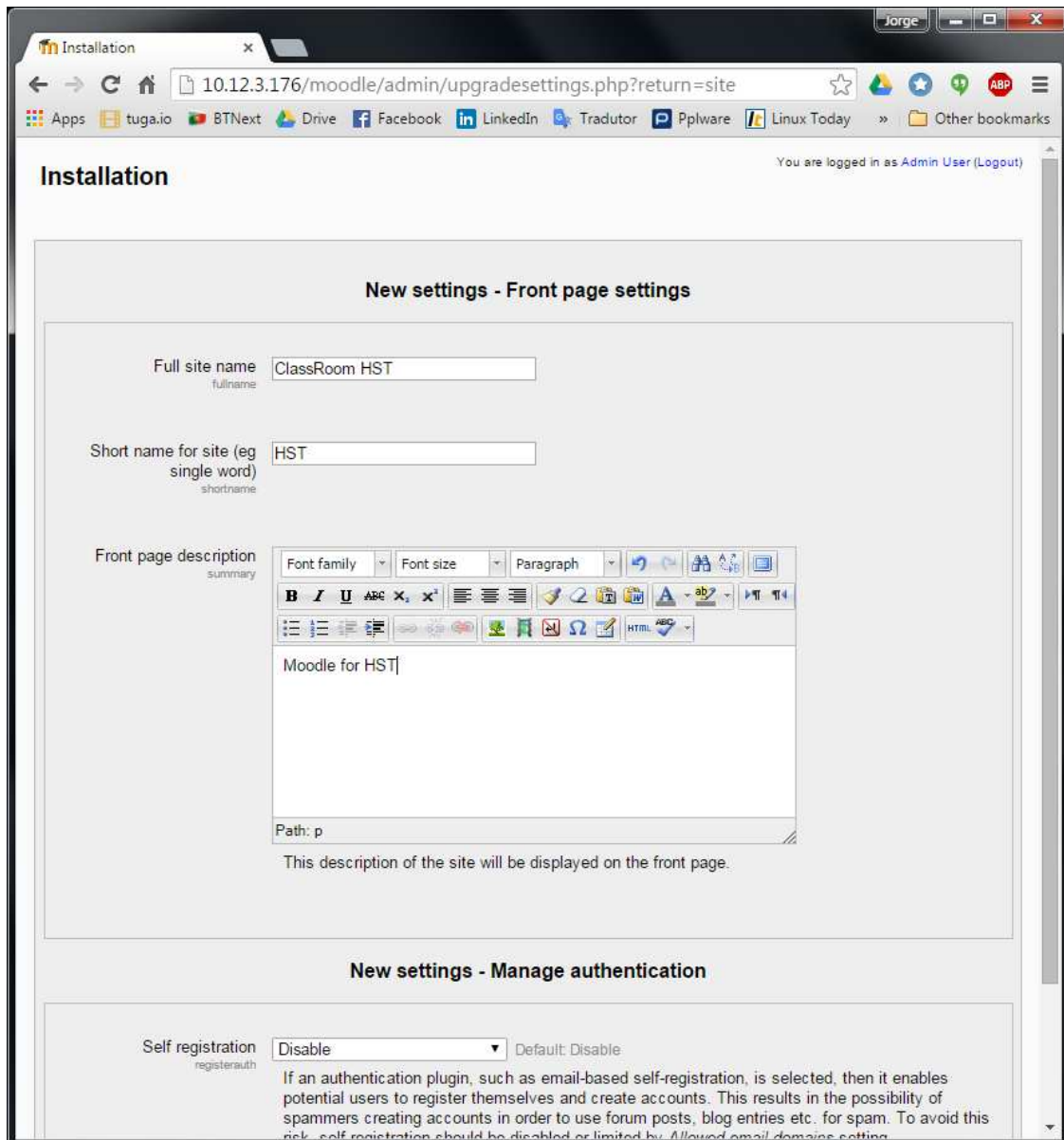


Figura 37– Configuração página inicial

Todas as configurações realizadas, ficamos com o Moodle instalado e pronto a ser utilizado.

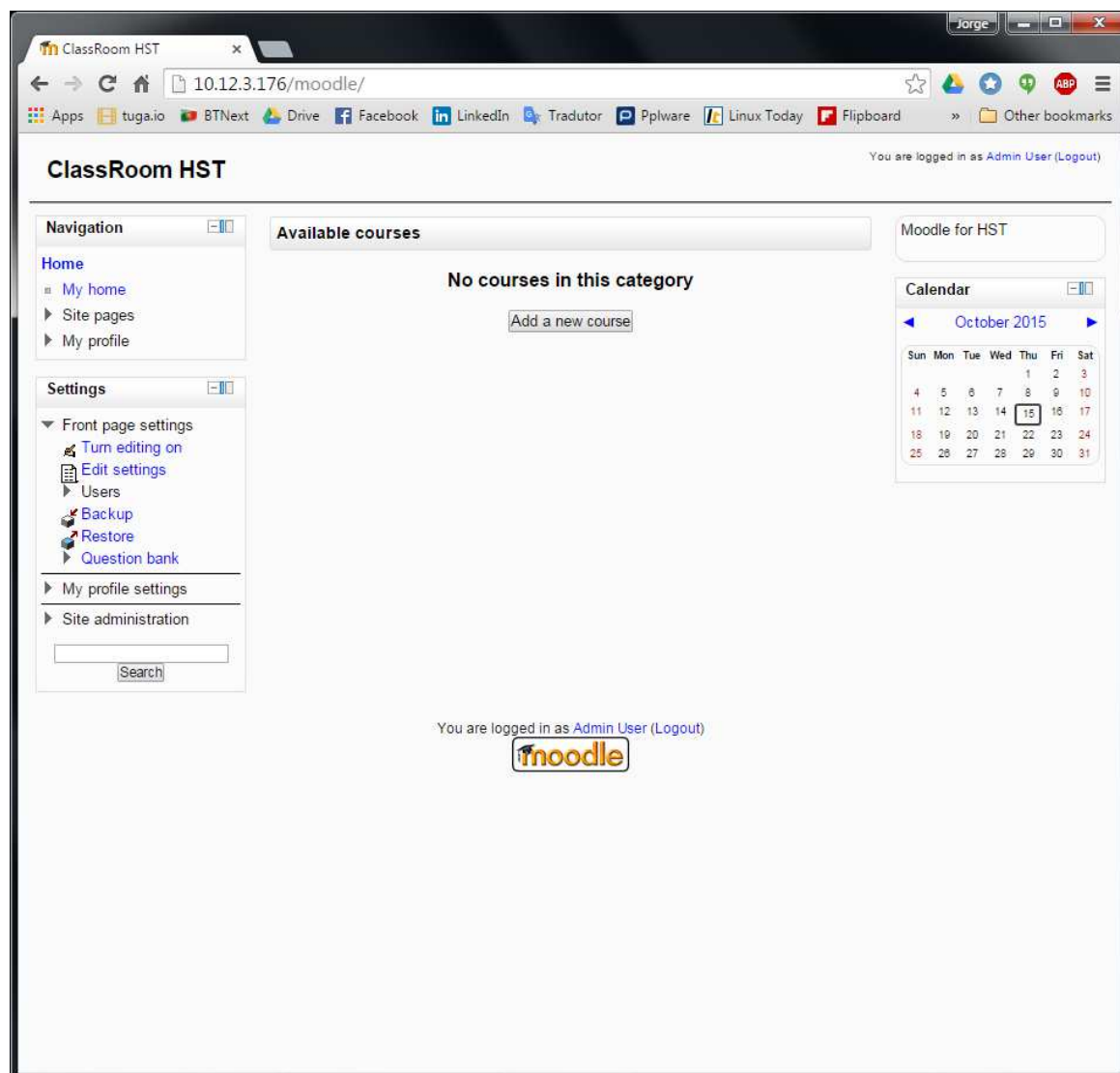


Figura 38– Moodle, página inicial

4.3 Instalação do curso

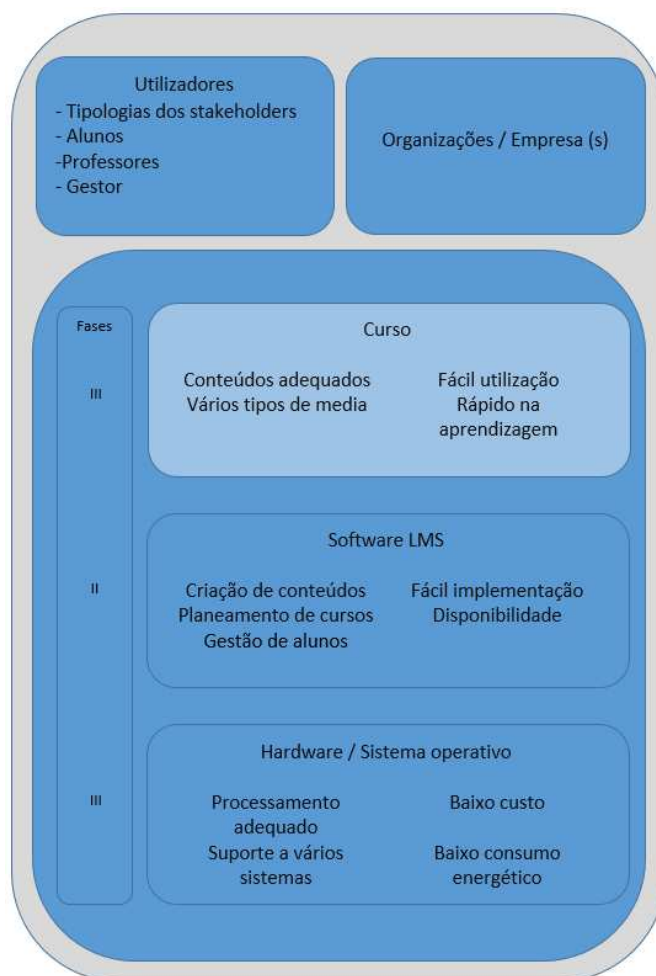


Figura 39- Modelo conceitual curso

Procedeu-se a instalação de um curso, que neste caso foi testado um exemplo real de uma organização e foi escolhido para esta parte empírica da tese um curso de Higiene e Segurança no Trabalho (HST) e na Segurança da Informação (SI), este curso visa dotar os colaboradores da empresa para os riscos existentes assim como os procedimentos a ter de modo a evitar esses mesmos riscos ou a forma de proceder em caso de emergências, tais como incendia, inundação, terramoto, roubo de informação, etc.

Este curso tem materiais audiovisuais assim como documentos e procedimentos em vigor na empresa.

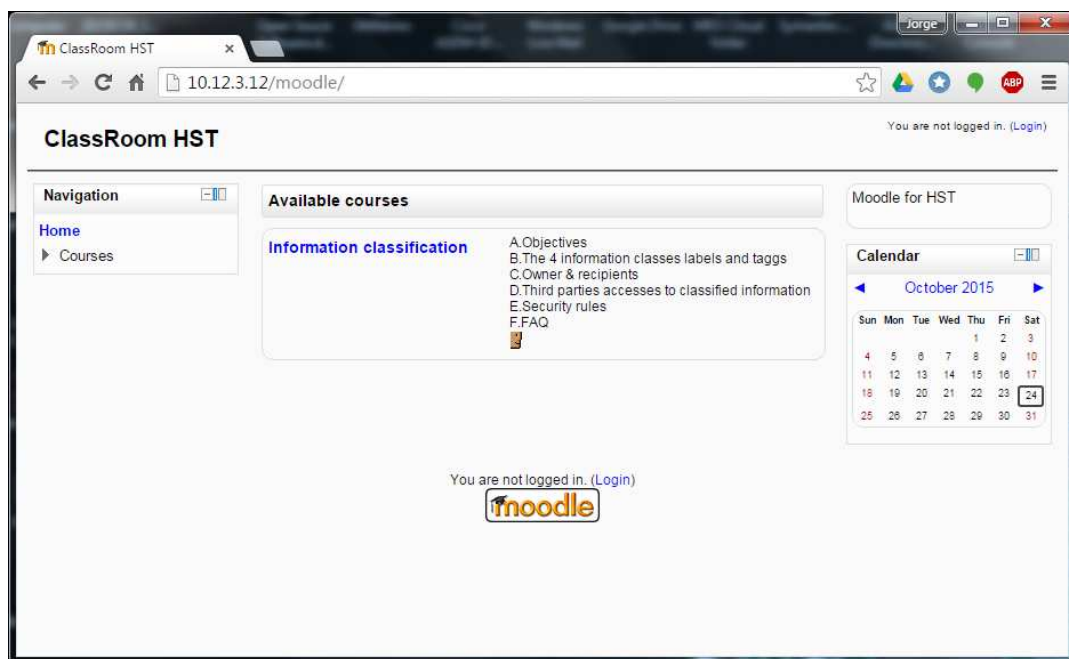


Figura 40- Página inicial do Moodle

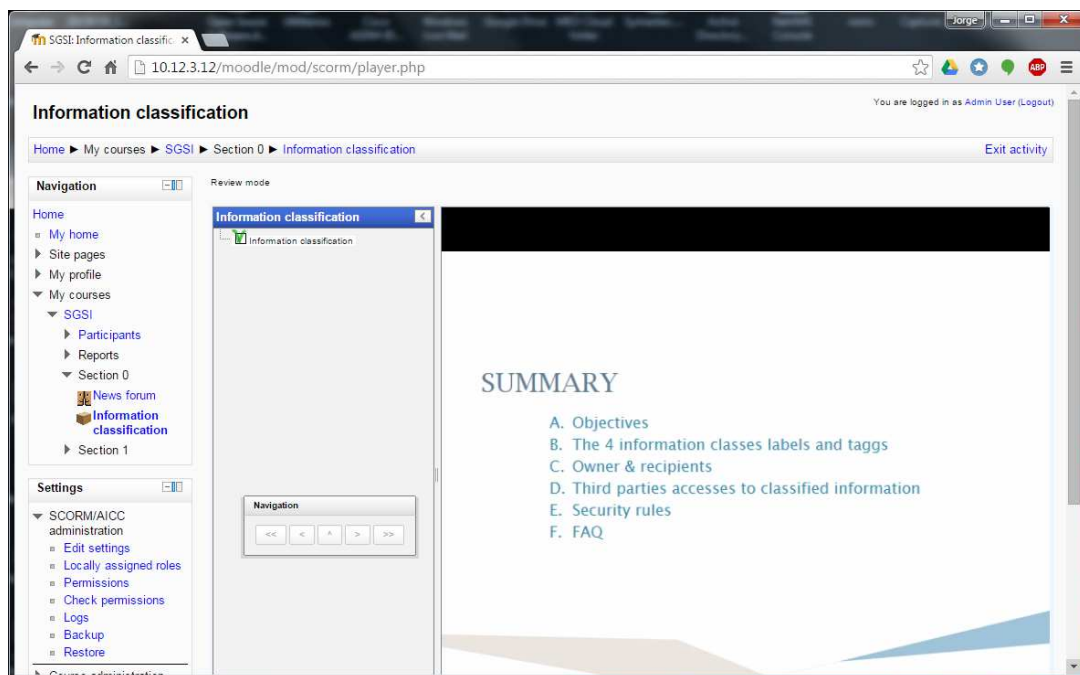


Figura 41- Formação Sistemas de Informação

Pode-se verificar a atividade ao curso na área de “Reports” permitindo assim avaliar a evolução dos formandos.

Information classification: All participants, Saturday, 24 October 2015 (Server's local time)

Information classification | All participants | Today, 24 October 2015 | Information classification | View

Display on page | Get these logs

Displaying 11 records

Time	IP address	User full name	Action	Information
Sat 24 October 2015, 03:24 PM	10.12.4.122	Admin User	scorm pre-view	1
Sat 24 October 2015, 03:22 PM	10.12.4.122	Tiago Sousa	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 03:21 PM	10.12.4.122	Ricardo Gaspar	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 03:20 PM	10.12.4.122	Ricardo Pontes	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 03:19 PM	10.12.4.122	Anabela Rebelo	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 03:06 PM	10.12.4.122	Admin User	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 03:06 PM	10.12.4.122	Admin User	scorm pre-view	1
Sat 24 October 2015, 11:13 AM	10.12.4.122	Admin User	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 11:13 AM	10.12.4.122	Admin User	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 11:01 AM	10.12.4.122	Admin User	scorm view	Information classification
Sat 24 October 2015, 11:01 AM	10.12.4.122	Admin User	scorm pre-view	1

Figura 42- Relatório de acessos

Information classification

Home | My courses | SGSI | Section 0 | Information classification | Report

Info | Reports

Basic Report | Interactions Report

Information classification

1 results (1 users)

	First name / Surname	Email address	Attempt	Started on	Last accessed on	Score	Information classification	Response
	Admin User	jorge.varela@outlook.com	1	Saturday, 24 October 2015, 11:02 AM	Saturday, 24 October 2015, 03:14 PM	0	Completed	

Select all / Deselect all | Delete selected attempts

Download in ODS format | Download in Excel format | Download in text format

Preferences just for this page

Show: all users

☐ Summary of question
☒ Summary of responses
☐ Summary of right answer

Figura 43- Resultados por formando

A seguinte análise swot foi construída com base nas respostas solicitadas

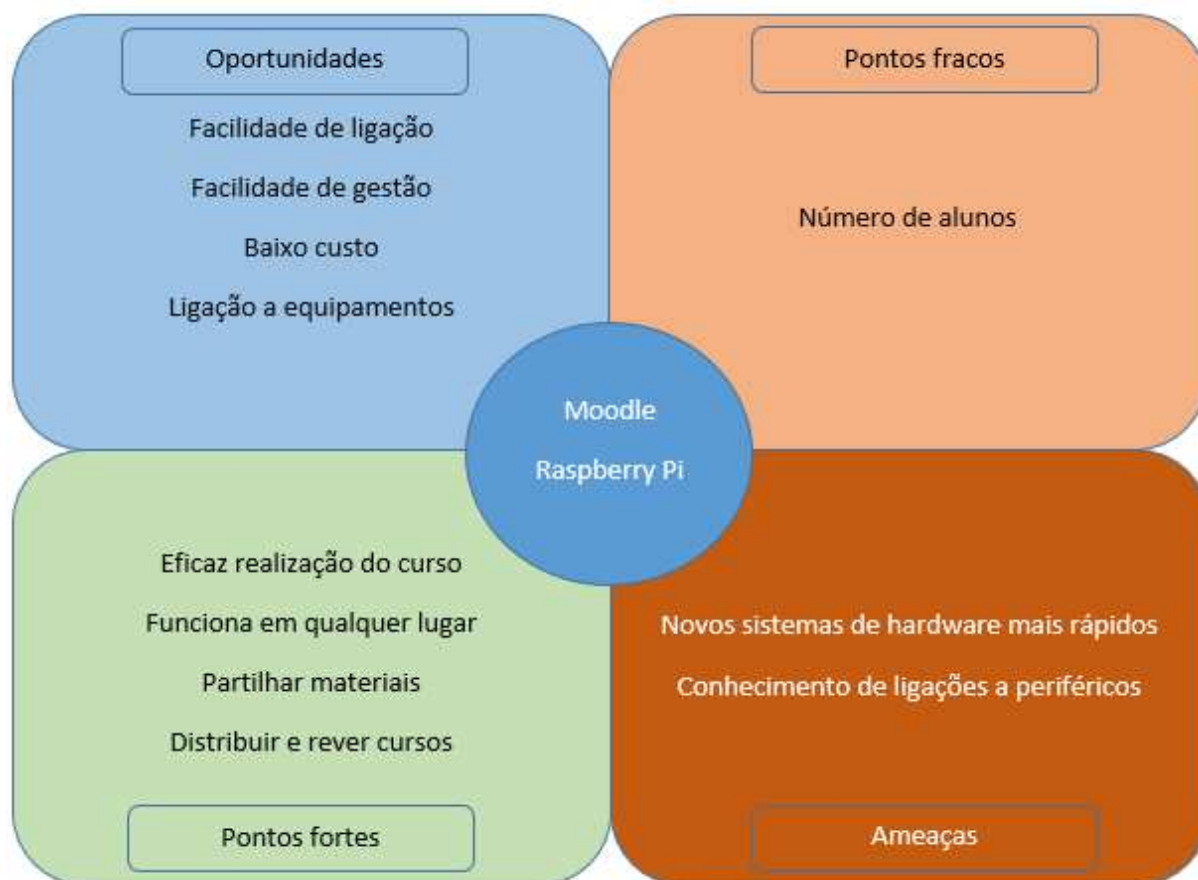


Figura 45– Análise SWOT

5 Conclusões e Trabalhos Futuro

5.1 Conclusões

O sistema proposto, small massive online course (SMOC), consiste em resolver o problema na disponibilização de conteúdos formativos em ambiente empresarial. Sempre que um novo colaborador entra na organização, é necessário capacitar o colaborador de várias informações sobre a empresa e o modo de atuar, sem ter que despende de uma sala de formação ou equipamento de custo elevado.

O modo de avaliação foi a distribuição pelos utilizadores de um documento de avaliação da solução com campos da swot analysis, foram preenchidos individualmente pelos utilizadores, onde foi solicitado que indicassem termos para descrever a solução proposta.

Após a utilização do sistema e a resposta dos utilizadores pode-se afirmar que os objetivos propostos foram alcançados com êxito, a usabilidade do sistema permitiu aos formandos visualizar de uma forma simples os conteúdos da formação. A utilização da solução em open source permitiu ainda uma redução de custos na implementação e distribuição do conteúdo formativos.

A utilização do Moodle neste protótipo deveu-se à grande popularidade deste LMS, sendo que a disponibilidade do sistema satisfaz os alunos e professor, a escalabilidade da aplicação adapta-se às necessidades do curso e a facilidade de utilização. Existindo na Internet um grande número de documentos e vídeos a explicar o seu funcionamento o que torna a sua utilização de fácil aprendizagem.

Da interação com o software são de destacar as seguintes características evidenciadas pela solução proposta:

Facilidade de interceção com a plataforma, permitindo que qualquer utilizador possa obter os conhecimentos transmitidos de uma forma fácil.

- Facilidade de configuração e gestão da plataforma, permitindo gerir os conteúdos de uma forma mas eficiente.

- Instalação sem grande conhecimento técnico, construção de novos conteúdos facilmente e rapidamente.

O hardware utilizado realizou todas as tarefas inicialmente previstas, conjuntamente com um sistema operativo totalmente em open source, no caso concreto o Debian no entanto existem outros sistemas igualmente em open source, permitiu uma instalação e configuração fácil, o acesso às comunidades open source facilita a resolução de problemas que eventualmente aparecem num sistema destes.

Optou-se pela utilização de um Raspberry Pi, devido a sua generalização de utilização nas comunidades open source, que cada vez mais utilizam hardware open source para desenvolvimento de projetos.

O consumo energético do Raspberry Pi foi igualmente um ponto a favor, pois foi possível utilizar baterias (PowerBank's) na sua utilização, o que permite o acesso a cursos em locais onde não exista ligação à rede elétrica ou a presença de cabos elétricos seja desaconselhada.

Outra característica do Raspberry Pi é de não possuir partes mecânicas no arrefecimento interno, o que o torna mais resistente a vibrações ou deslocações, aumentando assim a tolerância a falhas.

Da interação com o hardware são de destacar as seguintes características evidenciadas pela solução proposta:

- Uma facilidade de ligação
- Facilidade de configuração e gestão
- Baixo custo de instalação e manutenção
- Ligação a todos os equipamentos (TV, Monitor, Video projetores, etc...)

Conclui-se assim que o protótipo apresentado cumpriu os requisitos ao qual foi proposto e representa uma alternativa a sistemas proprietários na disponibilização de cursos online ou offline nomeadamente em SMOC.

5.2 Trabalhos Futuros

Com o aparecimento de novos computadores de reduzida dimensão, será importante testar os mesmos, pelo que deve-se continuar a explorar este segmento.

Seria igualmente importante aprofundar a otimização todo o sistema de modo a abranger um maior número de alunos e cursos em concorrência.

6 Referências Bibliográficas

- Aparício, M. (2014). e-Learning nas empresas. Retrieved from <http://www.slideshare.net/manuelaaparicio/e-learningempresas?related=1>
- Aparício, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2014). MOOC's Business Models: Turning Black Swans into Gray Swans. In *Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication* (pp. 45–49). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2618168.2618175
- Aparício, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2015) An e-Learning Theoretical Framework. *Educational Technology & Society*
- Aparício, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2014b). Trends in the e-Learning Ecosystem: A Bibliometric Study. *AMCIS 2014 Proceedings*. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/amcis2014/Posters/ISEducation/7> Savannah, Georgia, USA
- Aparício, M., & Costa, C. J. (2012). Macroeconomics Leverage Trough Open Source. In *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication* (pp. 19–24). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2316936.2316941>
- A Koohang, K. H. (2005). Open source: A metaphor for E-learning. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipling*, 8, 75–86.
- Arnold, S. E. (2013). Fruitful and Robotic Open Source Hardware. Online Searcher. Retrieved from <http://www.highbeam.com/doc/1G1-345277767.html>
- Arnold, S. E. (2013). Gadzooks, It's MOOCs: The Fuss over Open Source Learning. Online Searcher. Retrieved from <http://www.highbeam.com/doc/1G1-320732752.html>
- Ardito, C., Costabile, F., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Roselli, T., & Rossano, V. (2006). An Approach to Usability Evaluation of e-Learning Applications. *Univ. Access Inf. Soc.*, 4(3), 270–283. <http://doi.org/10.1007/s10209-005-0008-6>
- Baggaley, J. (2014). MOOC postscript. *Distance Education*, 35(1), 126–132. doi:10.1080/01587919.2013.876142

- Bong, M. M. (1998). Self-efficacy and self-regulated learning: the implication of research related in education engineering. *Journal of Educational Technology*, 14(1), 97--118.
- Boulanger, A. (2005). Open-source versus proprietary software: Is one more reliable and secure than the other? *IBM Systems Journal*, 44(2), 239–248.
<http://doi.org/10.1147/sj.442.0239>
- Browning, P., Lowndes, M., & Words, K. (2001). JISC TechWatch Report: Content Management Systems.
- Costa, C. J., & Aparício, M. (2006). Information system life cycle: Applications in construction and manufacturing. *International Journal of Information Technology*, 3(3), 180–185.
- Creative Commons (2015) - Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/downloads/http://creativecommons.pt/>
- Daniel, J. (2012). Making sense of MOOCs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. *Journal of Interactive Media In Education*, 2012(3). Retrieved from <http://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/2012-18/>
- Derouin, R. E., Fritzsche, B. A., & Salas, E. (2005). E-Learning in Organizations. *Journal of Management*, 31(6), 920–940. <http://doi.org/10.1177/0149206305279815>
- Murdock, I. (1994). Overview of the Debian GNU/Linux System. *Linux J.*, 1994(6es). Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=324711.324726>
- Ellaway, R. H. (2006). Evaluating a Virtual Learning Environment in Medical Education. Retrieved from <https://www.era.lib.ed.ac.uk/handle/1842/885>
- Fernando Torres, F. A. C. (2006). Experiences with Virtual Environment and Remote Laboratory for Teaching and Learning Robotics at the University of Alicante. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 766–776.
- Fiol, C. M., & Lyles, M. A. (1985). Organizational Learning. *The Academy of Management Review*, 10(4), 803--813. doi:10.2307/258048
- Fox, A. (2013). From MOOCs to SPOCs. *Communications of the ACM*, 56(12), 38–40. doi:10.1145/2535918
- GNU Operating System - Retrieved October 26, 2015, from <https://www.gnu.org>

- GNU - Retrieved October 26, 2015, from <https://www.gnu.org/philosophy/free-hardware-designs.en.html>
- Godwin-Jones, R. (2012) Emerging Technologies Challenging Hegemonies in Online Learning, in *Journal of Comparative and International Education*, June 2012, Volume 16, Number 2, 4--13
- Gunasekaran, A., McNeil, R.D. e Shaul, D. (2002), E-learning: research and applications, *Industrial and Commercial Training*, vol.34, No.2
- Graf, S., & List, B. (2005). An evaluation of open source e-learning platforms stressing adaptation issues. In *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2005. ICALT 2005 (pp. 163–165). <http://doi.org/10.1109/ICALT.2005.54>
- Grabinger, R. S., & Dunlap, J. C. (1995). Rich environments for active learning: A definition. *ALT-J*, 3(2), 5--34. doi:10.1080/0968776950030202
- Hart, R. (1981) "The PLATO System and Language Study", special issue of studies in *Language Learning*, 3/1
- Ismail, J. (2001). The design of an e-learning system: Beyond the hype. *The Internet and Higher Education*, 4(3--4), 329--336. doi:10.1016/S1096-7516(01)00069-0
- Jim Hamerly, Tom Paquin, and Susan Walton, (1999), *Freeing the Source: The Story of Mozilla*. In DiBona et al., pages 197–206. ISBN 1-56592-582-3.
- Jong-Ki Lee , Woong-Kyu Lee, The relationship of e-Learner's self-regulatory efficacy and perception of e-Learning environmental quality, *Computers in Human Behavior*, v.24 n.1, p.32-47, January, 2008 [doi>10.1016/j.chb.2006.12.001]
- Kavanagh, J. F. (2004). Resistance as Motivation for Innovation: Open Source Software. *Communications of the Association for Information Systems*, 13(1). Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/cais/vol13/iss1/36>
- Kemeny, J. G., & Kurtz, T. E. (1968). Dartmouth time sharing. *Science* 162: 223--228.
- Laurent, A. M. S. (2004). *Understanding Open Source and Free Software Licensing*. O'Reilly Media, Inc.
- Ludvigsen, S., and Mørch, A. (2010). Computer-Supported Collaborative Learning: Basic Concepts, Multiple Perspectives, and Emerging Trends, in *The International*

- Encyclopedia of Education, Volume 5, edited by B. McGaw, P. Peterson and E. Baker. Oxford, UK: Elsevier, pp. 290--296
- Matthew K. O. Lee, Christy M. K. Cheung , Zhaohui Chen, Acceptance of Internet-based learning medium: the role of extrinsic and intrinsic motivation, *Information and Management*, v.42 n.8, p.1095-1104, December 2005 doi:10.1016/j.im.2003.10.007
- McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G & Cormie, D. (2010) "The MOOC Model for Digital Practice." http://davecormier.com/edblog/wp-content/uploads/MOOC_Final.pdf
- Mørch, A. I. (2012). Information Seeking and Collaborative Knowledge Creation: Exploring Collaborative Learning in Customer Service Work and Software Product Development. Paper Submission to CSCL @ work, a book edited by: Goggins, Jahnke, & Wulf. Heidelberg: Springer.
- Muhtaseb, R., Lakiotaki, K., & Matsatsinis, N. (2012). Applying a Multicriteria Satisfaction Analysis Approach Based on User Preferences to Rank Usability Attributes in E-tourism Websites. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 7(3), 28–48. <http://doi.org/10.4067/S0718-18762012000300004>
- Nunamaker, J. F., M. Chen et al. (1990–91) Systems development in information systems research, *Journal of Management Information Systems* 7 (3), pp. 89–106.
- Bruce Perens (1999). The Open Source Definition. In DiBona et al. ISBN 1-56592-582-3.
- Pearce, J. M. (2015). Quantifying the Value of Open Source Hard-ware Development. *Modern Economy*, 06(01), 1–11. <http://doi.org/10.4236/me.2015.61001>
- Pearce, J. M. (2012). Building Research Equipment with Free, Open-Source Hardware. *Science*, 337(6100), 1303–1304. <http://doi.org/10.1126/science.1228183>
- Raymond, E. S. (1998). The cathedral and the bazaar. *First Monday*, 3(2).
- Raspberry Pi - Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi. (2015). Retrieved October 19, 2015, from <https://www.raspberrypi.org/>
- Raspberry Pi Downloads - Software for the Raspberry Pi. (2015). Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/downloads/>
- Raspbian for Raspberry Pi. (2015). Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

- Richard Stallman, 2015 - Retrieved from <https://www.stallman.org/>
- Rosenberg, M. J. (2002). *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc.
- Rosenberg, M. J., (2001) *e-learning*, McGraw-Hill,
- Rodriguez, O. (2013). The concept of openness behind c and x-MOOCs (Massive Open Online Courses). *Open Praxis*, 5(1), 67–73. <http://doi.org/10.5944/openpraxis.5.1.42>
- Rovai, A. P. (2004). A constructivist approach to online college learning. *Internet and High Education*, 7, 79--93.
- Russell, D. M., Klemmer, S., Fox, A., Latulipe, C., Duneier, M., & Losh, E. (2013). Will massive online open courses (moocs) change education? In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2395–2398). ACM.
- Santos, T., Costa, C. J., & Aparício, M. (2013). METAVERSIA: A Proposal for a Drupal Based MOOC Publisher. In *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication* (pp. 25–32). New York, NY, USA: ACM.
doi:10.1145/2503848.2503852
- SPOCs may provide what MOOCs can't. (n.d.). Retrieved February 15, 2014, from <http://www.universitybusiness.com/article/spocs-may-provide-what-moocs-can%E2%80%99t>
- Van der Berg, D. (2013). Why MOOCS Are Transforming the Face of Higher Education. *The Huffington Post UK*. Retrieved June 20, 2014, from http://www.huffingtonpost.co.uk/dirk-jan-van-den-berg/why-moocs-are-transforming_b_4116819.html
- Vaishnavi, V. and W. Kuechler (2004) *Design Research in Information Systems*, January 20, 2004, From URL: <http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>
- White, M. A. (1983). Synthesis of Research on Electronic Learning. *Educational Leadership*, 40(8), 13.
- Young J. (2004). Five challenges for open source. *Chronicle of Higher Education*.

Zinn, K. L. (2000). Computer-assisted learning and teaching. In Encyclopedia of Computer Science (pp. 328–336). Chichester, UK: John Wiley and Sons Ltd. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1074100.1074248>

ANEXO

ANEXO A

Avaliação LMS – Raspberry Pi / Moodle

De modo a avaliar esta solução de LMS, solicito que coloque no seguinte quadro SWOT palavras que descrevam as respetivas áreas.

- Forças
- Oportunidades
- Fraquezas
- Ameaças

