



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE INTEROPERABILIDADE ENTRE
OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO USADOS NA UEM**
CASO DE ESTUDO: SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA
(UEM.eCampus)

MICHAQUE, Edson Alberto

SUPERVISOR
dr. Vali Issufo

Maputo, Setembro de 2017



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGEHARIA INFORMÁTICA**

**PPROPOSTA DE UM MODELO DE INTEROPERABILIDADE ENTRE
OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO USADOS NA UEM
CASO DE ESTUDO: SISTEMA INTEGRADO DE GESTAO
UNIVERSITÁRIA (UEM.eCampus)**

MICHAQUE, Edson Alberto

SUPERVISOR
dr. Vali Issufo

Maputo, Setembro de 2017



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante Edson Alberto Michaque entregou no dia ___/07/2017 as ___ cópias do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: **2017EITLD9**, intitulado: **ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE INTEROPERABILIDADE E INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS USADOS PELA UEM, CASO DE ESTUDO: SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA (UEM.eCampus)**.

Maputo, ___ de Julho de 2017

O Chefe da Secretaria

Dedicatórias

Aos inconformados, infelizes e oprimidos, pois estes é que ousam em fazer a diferença.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero endereçar os meus mais profundos agradecimentos a minha família, particularmente aos meus pais Valdmiro Alberto e Isabel Alberto pela paciência e apoio incondicional e também as minhas irmãs Jéssica, Nádia e especialmente a Yune pela inspiração.

Em segundo lugar quero endereçar agradecimentos ao meu supervisor dr. Vali Issufo pela dedicação e inspiração.

Em terceiro lugar quero agradecer aos colegas pelos quatro anos de convivência e trocas de experiência.

E por fim quero agradecer aos professores da Faculdade de Engenharia da UEM pelo aprendizado e conhecimento passado e a universidade pela oportunidade de frequentar o ensino superior.

Resumo

A interoperabilidade entre sistemas de informação é extremamente importante, principalmente para organizações que sustentam os seus processos no seu uso. A UEM, pela sua dimensão e relação histórica com as tecnologias de informação vê-se na necessidade de inovar de modo a realizar a sua missão, em decurso deste facto, foram desenvolvidas diversas iniciativas baseadas em TIC as quais deram origem a vários sistemas de informação usados para fins distintos. Porém, um aspecto que foi várias vezes ignorado é a necessidade de troca de informação entre os tais sistemas de informação, recorrendo-se aos métodos manuais.

O presente trabalho tem como objectivo propor um modelo de interoperabilidade que permita a automatização do processo de troca de informação entre os sistemas de informação usados na UEM, tendo como caso de estudo o eCampus que é um projecto que visa centralizar as iniciativas de informatização dos serviços da UEM.

Como forma de atingir o objectivo recorreu-se à: (a) revisão bibliográfica, na qual abordou-se a história da utilização das TIC na UEM, iniciativas e desafios encontrados; (b) análise documental, na qual abordou-se o projecto eCampus, a razão para a sua criação, os objectivos, a sua evolução e o estágio actual; (c) entrevistas feitas às responsáveis pelo projecto eCampus de modo a colher os constrangimentos observados na perspectiva dos diferentes intervenientes do projecto. Tendo culminado com uma proposta de solução, a qual visa garantir diferentes dimensões da interoperabilidade. Um subconjunto da solução foi implementado na forma de um protótipo, o qual foi usado para avaliação da solução.

Palavras-chave: universidade, eCampus, sistema de informação, integração, interoperabilidade, padrão.

Índice

Lista de Abreviaturas e Acrónimos	xi
1. Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Definição do Problema	2
1.3. Motivação	3
1.4. Objectivos.....	4
1.4.1. Objectivo Geral	4
1.4.2. Objectivos Específicos.....	4
1.5. Metodologia.....	4
1.5.1. Questões de Pesquisa.....	4
1.5.2. Classificação da Metodologia	4
1.5.3. Colecta de Dados	7
1.6. Estrutura do Trabalho.....	8
2. Revisão de Literatura	9
2.1. Tecnologias de Informação e Comunicação no Contexto da UEM	9
2.1.1. História da Utilização das TIC na UEM.....	9
2.1.2. Benefícios das TIC Contexto da UEM	10
2.1.3. Evolução das Iniciativas de TIC na UEM e os Desafios Associados	12
2.1.4. Surgimento do eCampus	14
2.2. Interoperabilidade entre Sistemas de Informação	21
2.2.1. Definição de Interoperabilidade	21
2.2.2. Benefícios da Interoperabilidade.....	22
2.2.3. Modelos de Interoperabilidade.....	22
2.2.4. Objectivos da Interoperabilidade.....	23

2.2.5.	Níveis de Interoperabilidade	24
2.3.	Integração de Sistemas de Informação	26
2.3.1.	Definição de Integração	26
2.3.2.	Critérios de Integração.....	26
2.3.3.	Topologia de Integração	27
2.3.4.	Estilos de Integração	29
2.4.	Padrões Abertos e o Seu Papel no Contexto da Interoperabilidade	32
2.4.1.	Definição de Padrão Aberto	32
2.4.2.	Importância dos Padrões Abertos no Contexto da Interoperabilidade	33
3.	Proposta de Solução.....	35
3.1.	Descrição da Proposta	35
3.2.	Arquitectura da Solução	36
3.2.1.	Camada de canais de acesso.....	37
3.2.2.	Camada de Interoperabilidade.....	37
3.2.3.	Camada de Aplicações	39
3.3.	Padrões Técnicos.....	39
3.3.1.	Classificação de Padrões	39
3.3.2.	Lista Não Abrangente de Padões Técnicos.....	40
3.4.	Funcionamento da Solução Proposta.....	41
3.4.1.	Gestão de Identidades e Acesso	42
3.4.2.	Gateway de Serviços	43
3.4.3.	Gestão de Serviços.....	43
4.	Modelação da Proposta de Solução	44
4.1.	Requisitos.....	44
4.1.1.	Prioridade	45

4.1.2.	Requisitos Funcionais	45
4.1.3.	Requisitos Não Funcionais	47
4.2.	Modelo de Casos de Uso	49
4.2.1.	Actores.....	49
4.2.2.	Casos de Uso	49
4.2.3.	Diagramas de Casos de Uso'	50
5.	Discussão de Resultados.....	52
5.1.	Identificação do Problema	52
5.2.	Revisão de Literatura	52
5.3.	Proposta de Solução	53
6.	Conclusões e Recomendações	54
6.1.	Constrangimentos	54
6.2.	Conclusões.....	54
6.3.	Recomendações.....	55
	Bibliografia.....	56
	Referências Bibliográficas	56
	Anexo 1: Guiões das Entrevistas.....	A1.1
	Anexo 2: Especificação de Casos de Uso.....	A2.1
	Gerir serviços	A2.1
	Configurar serviço	A2.1
	Testar serviço.....	A2.2
	Requisitar publicação do serviço.....	A2.2
	Aprovar a publicação de serviços.....	A2.3
	Anexo 3: Modelo Conceptual.....	A3.1
	Anexo 4: Diagrama de Classes	A4.1

Anexo 5: Diagrama de Implantação	A5.1
Anexo 6: Interfaces do Utilizador	A6.1
Registar Serviço	A6.1
Lista de Serviços	A6.2
Detalhes do Serviço	A6.3
Entidades do Serviço	A6.4
Controlo de Acesso ao Serviço	A6.5
Análise de Acessos e de Tráfego.....	A6.6

Lista de Figuras

Figura 2-1: Níveis de interoperabilidade	24
Figura 2-2: Subcamadas da camada de interoperabilidade.	25
Figura 2-3: Topologia ponto a ponto entre dois sistemas.	28
Figura 2-4: Topologia ponto a ponto entre três sistemas.	28
Figura 2-5: Topologia ponto a ponto entre quatro sistemas.	28
Figura 2-6: Topologia em estrela com dois sistemas	29
Figura 2-7: Topologia em estrela com mais de dois sistemas.	29
Figura 2-8: Integração por transferência de ficheiros.	30
Figura 2-9: Integração por compartilhamento de base de dados.	30
Figura 2-10: Integração por invocação remota de procedimentos.	31
Figura 2-11: Integração por invocação remota de procedimentos.	31
Figura 3-1: Arquitectura da solução proposta.	36
Figura 3-2: Ciclo de vida dos padrões técnicos.	40
Figura 3-3: Interação entre um cliente e um serviço.	42
Figura 3-4: Integração de serviços com recurso ao gateway de serviços.	43
Figura 3-5: Visão geral da proposta de solução.	44
Figura 4-1: Diagrama de casos de uso relacionados à gestão de identidades.	51
Figura 4-2: Diagrama de casos de uso relacionado à gestão de serviços.	51
Figura A3 - 1: Modelo conceptual do gestor de serviços.	A3.1
Figura A4 - 1: Diagrama de classes do gestor de serviços.	A4.1
Figura A5 - 1: Diagrama de implantação.	A5.1
Figura A6 - 1: Interface para registar serviços.	A6.1
Figura A6 - 2: Interface da lista de serviços.	A6.2
Figura A6 - 3: Interface de detalhes do serviço.	A6.3

Figura A6 - 4: Interface de configuração do serviço.	A6.4
Figura A6 - 5: Interface da configuração do controlo de acesso.....	A6.5
Figura A6 - 6: Interface da gestão de tráfego e acessos.	A6.6

Lista de Tabelas

Tabela 2-1: Números de estudantes, docentes e membros do corpo técnico administrativo da UEM.....	10
Tabela 2-2: Rácio estudantes-docente	11
Tabela 2-3: Rácio estudante-funcionário.....	11
Tabela 4-1: Matriz de priorização de requisitos.	45
Tabela 4-2: Requisitos funcionais relacionados à gestão de utilizadores.....	46
Tabela 4-3: Requisitos funcionais relacionados à gestão de serviços.....	46
Tabela 4-4: Requisitos funcionais relacionados ao <i>gateway</i> de serviços.	47
Tabela 4-5: Requisito de Portabilidade.....	47
Tabela 4-6: Requisitos de Segurança.	47
Tabela 4-7: Requisitos de Usabilidade.	48
Tabela 4-8: Requisitos de Confiabilidade	48
Tabela 4-9: Requisitos de processo de desempenho.....	48
Tabela 4-10: Lista de actores	49
Tabela 4-11: Lista de casos de uso relacionados à gestão de identidades.....	50
Tabela 4-12: Lista de casos de uso relacionados à gestão de serviços.....	50
Tabela A2 - 1: Especificação do caso de uso UC1.01.....	A2.1
Tabela A2 - 2: Especificação do caso de uso UC1.04.....	A2.1
Tabela A2 - 3: Especificação do caso de uso U1.05.	A2.2
Tabela A2 - 4: Especificação do caso de uso UC1.06.....	A2.2
Tabela A2 - 5: Especificação do caso de uso U1.07	A2.3

Lista de Abreviaturas e Acrónimos

CIUEM	Centro de Informática da Universidade Eduardo Mondlane
DMI	Departamento de Matemática e Informática da Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane
DRA	Direcção do Registo Académico da UEM
DRH	Direcção dos Recursos Humanos da UEM
FEUEM	Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto
HTTP	Protocolo de Transferência de Hipertexto
IES	Instituição de Ensino Superior
JSON	Notação de Objecto de JavaScript
SI	Sistema de Informação
TI	Tecnologias de Informação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
DSS	Direcção dos Serviços Sociais

Glossário de Termos

Acesso	Refere-se ao privilégio de usar alguma informação para qualquer que seja o fim
Autenticação	Refere-se ao acto de verificação da identidade de uma identidade digital
Autorização	Refere-se ao acto de verificação de permissão de execução de determinada acção por uma identidade digital
Cliente	Refere-se ao elemento que requisita o acesso a um recurso numa arquitectura cliente-servidor
Gateway	Elemento intermediário entre dois sistemas que permite-lhes partilhar de informação
Hardware	Parte física do computador
Integração	Acto de interligar componentes heterogéneos de forma que funcionem como se fossem um único
Interface	Limite partilhado entre componentes distintos de um sistema para que os mesmos troquem informação entre si
Interoperabilidade	Capacidade de dois sistemas comunicarem-se entre si sem recorrer a terceiros
Módulo	Parte do sistema com responsabilidade bem definida
Protocolo	Conjunto específico de regras que os elementos finais de uma comunicação usam para comunicarem-se
Servidor	Refere-se ao elemento que recebe a requisição de acesso a um recurso numa arquitectura cliente-servidor
Software	Sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objectivo de executar tarefas específicas
Subsistema	Sistema que é parte constituinte de algum sistema maior

1. Introdução

1.1. Contextualização

A educação é um dos sectores chave para o desenvolvimento e prosperidade de uma nação, e, por isso, têm-se desenvolvido várias iniciativas para a sua massificação e democratização.

Felizmente, as iniciativas globais e nacionais para a massificação da educação fundamental têm surtido efeito positivos, pois, há mais pessoas de diferentes classes sociais, géneros e localidades frequentando e concluindo o ensino elementar, e como consequência, existe um aumento significativo no número de indivíduos aptos a frequentar o ensino superior.

O aumento da população estudantil no ensino superior torna a sua administração uma actividade complexa, sendo necessário o uso de meios alternativos para lidar com a demanda.

A integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em sectores chaves para o desenvolvimento, tal é como na indústria, tem-se mostrado vital, pois, as mesmas permitem reduzir a complexidade nas suas actividades, ajudando a melhorar a eficácia e eficiência dos processos de negócio, tomada de decisão, administração e comunicação. Como consequência deste facto, surge a redução de recursos materiais e humanos, necessária para atingir vantagem competitiva no mercado.

As Instituições de Ensino (IE) no geral e Instituições de Ensino Superior (IES) em particular não estão alheias aos benefícios inerentes ao uso das TIC, pelo contrário, muitas vezes estas têm sido pioneiras no seu uso, sendo depois transferidas ao sector industrial.

As IES têm como actividades principais o ensino e aprendizagem, a investigação e também a administração, sendo estas algumas áreas em que as TIC podem ser aplicadas com êxito no contexto da educação.

A Universidade Eduardo Mondlane (UEM) é a mais antiga instituição de ensino superior em Moçambique, a mesma é constituída por faculdades, escolas superiores, centros de investigação e departamentos, encontrando-se muitas das vezes geograficamente

dispersos. Segundo os dados de 2015, fornecidos por Universidade Eduardo Mondlane (2015), a universidade contava com cerca de 39078 estudantes frequentando graus de licenciatura, mestrado ou doutoramento, contava também com cerca de 2780 funcionários no seu corpo técnico e administrativo e cerca de 1790 docentes.

Os dados anteriormente mencionados sugerem a necessidade de uso de ferramentas que ajudem a automatizar e administrar suas actividades de forma a reduzir custos operacionais.

A UEM apoia-se fortemente ao uso de tecnologias de informação e comunicação para três actividades principais, nomeadamente: o ensino e a aprendizagem; a investigação; e a gestão universitária. Universidade Eduardo Mondlane (2006) aponta os seguintes factos como objectivos estratégicos da instituição em relação às tecnologias de informação e comunicação: atingir a excelência no contexto de tecnologias de informação e comunicação do país e da região; ensino, investigação e prestação de serviços assumindo o papel activo no desenvolvimento de políticas de tecnologias de informação e comunicação, bem como a implementação das mesmas; tornar a UEM competitiva para continuar na vanguarda em qualidade de ensino, aprendizagem e investigação.

Para atingir tais objectivos exige-se que a universidade produza constantemente tecnologias, para tal existem várias iniciativas, uma geral, tal é o caso do eCampus, que é uma iniciativa de integração dos sistemas de informação da Universidade Mondlane e outras particulares, pertencentes às diversas unidades orgânicas, porém, nota-se frequentemente o isolamento entre as iniciativas em si, o que complica o processo. Este trabalho visa reduzir tal isolamento propondo e implementando um modelo de integração e interoperabilidade entre os sistemas utilizados na instituição.

1.2. Definição do Problema

O uso de sistemas de informação apoiados a tecnologias de informação e comunicação é vital para o devido funcionamento da UEM, pois, ajudam a tornar mais eficazes os processos de ensino e aprendizagem, investigação e gestão universitária. Com isso surge a necessidade de adquirir, produzir ou adaptar sistemas informáticos. Para satisfazer estes objectivos, a universidade conta com a colaboração do Centro de Informática da UEM (CIUEM) e de várias unidades orgânicas, porém, Universidade Eduardo Mondlane (2006)

aponta o facto de as unidades orgânicas gozarem da possibilidade de aquisição, manutenção e administração de seus próprios sistemas de informação. Com este facto é possível notar alguma descentralização e independência referente à adopção de tecnologias na universidade, tal descentralização não é má, pelo contrário, é absolutamente necessária pois ajuda as unidades orgânicas a satisfazer necessidades particulares, o que seria mais complicado é um caso de centralização. O real problema consiste na inexistência de coordenação entre os diversos actores e também entre as unidades orgânicas, deste modo perde-se, o sentido de unidade, obrigando-os, a repetir muito trabalho, tal é o caso de serviços que deveriam ser compartilhados, como exemplos tem-se, a gestão de identidade, autenticação, autorização, políticas de controlo de acesso. Uma das consequências mais notáveis verifica-se quando um indivíduo da instituição, representando diversos papéis (por exemplo: estudante, funcionário e professor) ou diferentes unidades orgânicas necessita de diferentes credenciais de acesso para aceder aos diferentes sistemas informáticos da universidade, outra, nota-se devido à inexistência de mecanismos automatizados de comunicação e troca de informação entre os diferentes sistemas informáticos (subsistemas do eCampus), o que faz com que tais actividades sejam feitas de forma manual, dando origem a problemas tais como, a inconsistência de dados entre a origem e o destino devido a actualização em uma das partes e também a erros envolvendo o factor humano. O presente trabalho surge com o intuito de resolver os problemas acima identificados.

1.3. Motivação

O crescimento acelerado da população académica da UEM resulta na complexidade de sua administração. A integração de TIC em processos de ensino e aprendizagem, investigação e gestão académica constitui uma oportunidade para reduzir ou minimizar tal complexidade, porém, o uso de TIC tem também desafios associados, estes referentes a aspectos tais como padronização, modularização, interoperabilidade, integração e reutilização de tecnologias e o autor acredita que, ao ignorá-los corre-se o risco de anular os seus benefícios. Identificar uma forma de resolver tais desafios constitui uma razão para a elaboração do presente trabalho.

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivo Geral

Conceber um modelo de integração e interoperabilidade entre os sistemas informáticos usados na UEM.

1.4.2. Objectivos Específicos

- a) Abordar a utilização das TIC no contexto da UEM, apresentando a sua história, iniciativas desenvolvidas e desafios encontrados;
- b) Descrever o ecampus, apresentando os seus subsistemas, objectivos, unidades orgânicas envolvidas na sua criação e métodos usados actualmente para a integração;
- c) Abordar os conceitos de interoperabilidade, integração e padrões abertos,
- d) Propor um modelo de interoperabilidade que esteja contextualizado com a realidade da UEM; e
- e) Implementar o modelo proposto em forma de um protótipo funcional.

1.5. Metodologia

1.5.1. Questões de Pesquisa

A seguir são apresentadas as questões de pesquisa que guiaram a elaboração do presente trabalho:

- a) Como é que a universidade consegue integrar dados provenientes de diversas fontes e interoperar os diversos sistemas de informação ao seu dispor?
- b) Existe iniciativas em vigor que visam a padronização de métodos de integração e interoperabilidade entre os sistemas de informação usados na universidade?

1.5.2. Classificação da Metodologia

A realização de uma monografia deve ser sustentada por uma metodologia de pesquisa, existem diversas classificações para a mesma, porém, o presente trabalho sustenta-se nas metodologias sugeridas por Gil (2003 e 2008) e Marconni e Lakatos (2008). A mesma pode ser classificada pelos seguintes critérios: (a) quanto à abordagem; (b) quanto ao método de

abordagem; (c) quanto à sua natureza; (d) quanto aos seus objectivos gerais; e (e) quanto aos procedimentos técnicos.

1.5.2.1. Quanto à abordagem

Quanto à abordagem um trabalho de pesquisa pode classificar-se em: pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa.

A pesquisa qualitativa é, segundo Gerhardt e Silveira (2009), aquela que não se preocupa com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão do domínio em questão. Esta preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa difere da quantitativa pelo facto de os seus resultados poderem ser quantificados, este tipo de pesquisa recorre à linguagem matemática para descrever causas de um fenómeno, relações entre variáveis, etc.

O presente trabalho classifica-se quanto à abordagem como pesquisa qualitativa, pois o mesmo visa descrever problemas relacionados à ausência de mecanismo automatizado de integração sem recorrer à linguagem matemática.

1.5.2.2. Quanto à natureza

Quanto à natureza um trabalho de pesquisa pode classificar-se como: (a) pesquisa básica; e (b) pesquisa aplicada.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa básica visa gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista, a mesma envolve verdades e interesses universais.

Gerhardt e Silveira (2009) afirmam que a pesquisa aplicada objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, a mesma envolve verdades e interesses locais.

O presente trabalho classifica-se como pesquisa aplicada, pois, o mesmo visa produzir conhecimento para a solução do problema da ausência de um mecanismo automatizado de integração de sistemas na UEM.

1.5.2.3. Quanto aos objectivos

Quanto aos objectivos um trabalho de pesquisa pode ser: a) exploratório; b) descritivo; e c) explicativo;

A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vista a torna-lo mais explícito ou construir hipóteses.

A pesquisa descritiva pretende descrever factos e fenómenos de determinada realidade.

A pesquisa explicativa preocupa-se em identificar factores que concorrem para a ocorrência dos fenómenos.

Com base na classificação apresentada acima, quanto aos objectivos, pode-se classificar o presente trabalho como pesquisa exploratória, pois, o mesmo visa aprofundar o problema aqui apresentado, suas causas e efeitos.

1.5.2.4. Quanto aos procedimentos

Quanto aos procedimentos técnicos, a metodologia usada durante a realização do presente pode ser classificada pelos seguintes meios sugeridos por Gil (2003 e 2008):

- a) **Pesquisa experimental** - Gerhardt e Silveira (2009) citando Gil (2008) afirmam que a pesquisa experimental consiste em determinar um objecto de estudo, seleccionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controlo e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto.
- b) **Pesquisa bibliográfica** – segundo Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e electrónicos como livros, artigos científicos, páginas web. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

- c) **Pesquisa documental** – Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa documental é similar à pesquisa bibliográfica, diferenciando-se pelo facto de a pesquisa bibliográfica utilizar material já elaborado, constituído por livros e artigos, enquanto que, a pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, relatórios, etc.
- d) **Levantamento** – O levantamento, segundo Gerhardt e Silveira (2009), consiste na análise estatística feita em relação à uma população, pode ser de dois tipos: levantamento de uma amostra e levantamento de uma população.
- e) **Estudo de Caso** – Para Gerhardt e Silveira (2009), o estudo de caso caracteriza-se como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê duma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há de mais essencial e característico. Pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa que procura compreender o mundo do ponto de vista dos participantes ou de uma perspectiva global, tanto quanto possível, completa e coerente, do objecto de estudo do ponto de vista do investigado.

O presente trabalho recorreu à pesquisa bibliográfica, à pesquisa documental e ao estudo de caso como procedimentos de pesquisa.

1.5.3. Colecta de Dados

No presente trabalho recorreu-se aos seguintes instrumentos de colecta de dados:

- **Pesquisa documental**

A pesquisa documental foi feita em relação ao material disponibilizado pelas equipas responsáveis pelos sistemas de informação usados na UEM de forma a obter informação relacionada aos sistemas, problemas e constrangimentos observados.

- **Entrevistas**

As entrevistas foram feitas aos responsáveis pelos sistemas de informação usados na UEM para colher informações adicionais que não constasse nos documentos fornecidos (vide Anexo 1).

1.6. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira:

- **Capítulo I – Introdução**

Consiste da parte introdutória do trabalho, sendo constituída pela contextualização do tema, motivação, definição do problema, objectivos e metodologia usada.

- **Capítulo II – Revisão de Literatura**

Neste capítulo apresenta-se tópicos importantes para a realização do presente trabalho.

- **Capítulo III – Proposta de Solução**

Neste capítulo propõe-se a solução para o problema estudado no presente. Para tal, é desenvolvido um modelo de interoperabilidade focando em dois aspectos: a arquitectura e os padrões usados.

- **Capítulo IV - Desenvolvimento do Protótipo Funcional**

Neste capítulo procede-se a modelagem da do protótipo funcional.

- **Capítulo V – Discussão de Resultados**

Neste capítulo procede-se a discussão dos resultados encontrados durante o processo de pesquisa.

- **Capítulo VI – Conclusões e Recomendações**

Neste capítulo avalia-se o cumprimento dos objectivos do trabalho e propõe-se recomendações para trabalhos posteriores.

- **Bibliografia**

Consiste das fontes usadas durante a realização do presente trabalho, quer tenham sido citadas ou não.

- **Anexos**

Procede-se a apresentação de elementos adicionais que facilitem a compreensão do trabalho.

2. Revisão de Literatura

2.1. Tecnologias de Informação e Comunicação no Contexto da UEM

No presente capítulo aborda-se a utilização das tecnologias de informação e comunicação no seio da UEM, apresentando a sua história, as diversas iniciativas desenvolvidas ao longo do tempo e principais desafios encontrados.

2.1.1. História da Utilização das TIC na UEM

A Universidade Eduardo Mondlane é uma instituição de ensino superior que tem como objectivos promover a formação superior, a investigação e a extensão. Para garantir o alcance dos seus objectivos, a UEM organiza-se em unidades orgânicas, nomeadamente as faculdades, escolas e centros, que se distinguem uma das outras pelas actividades que são nelas desenvolvidas.

Tal como refere UEM (2006), a UEM é pioneira no uso de TIC em Moçambique, pois apercebeu-se desde cedo do papel crucial que estas podem desempenhar na materialização dos seus objectivos estratégicos, particularmente, no que se refere à melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, investigação e gestão universitária.

O Centro de Informática da UEM (CIUEM) foi criado em 1983 como uma unidade autónoma cujas responsabilidades iniciais eram:

- Manutenção do equipamento informático da UEM;
- Definir e gerir políticas de informática dentro da UEM; e
- Assegurar a implementação das estratégias do governo na área de informática.

Em 1992 a UEM confiou ao CIUEM a missão de elaborar a sua primeira política de informática e o respectivo plano de acção para a sua implementação. Decorrente deste facto, a UEM introduziu a Internet em Moçambique em 1993 e deu início ao estabelecimento das primeiras infra-estruturas e sistemas de informação. Em 1999 a UEM adoptou o seu primeiro plano estratégico, no entanto, menosprezou o papel das TIC para a sua materialização, e como consequência, observou que, apesar de os estudantes, docentes e funcionários terem acesso a computadores, a área de ensino e aprendizagem constituía aquela a que menos se beneficiava do orçamento e do seu funcionamento

Esta situação foi revista em 2006 com a elaboração da nova política de informática e do plano estratégico de TIC. Na sua elaboração, a comunidade académica foi solicitada a reflectir sobre o papel das TIC se a UEM pretendesse continuar na vanguarda como centro de produção de conhecimento e de formação de quadros que iriam liderar os processos de desenvolvimento económico e social do país. A reflexão foi norteada pelas seguintes questões chave:

- Que papel as TIC poderiam ter na gestão universitária, investigação, ensino e aprendizagem assim que a UEM possuísse 30.000 estudantes em todo o território nacional?
- Que infra-estrutura de TIC a UEM precisa numa situação em que o mundo é caracterizado pela integração tecnológica?

A política de informática e o plano estratégico para TIC de 2006 representaram o primeiro exercício para o seu alinhamento com o plano estratégico da UEM, apresentando fundamentos para o desenvolvimento de infra-estrutura tecnológica e sistemas de informação estabelecendo formas de garantir a correcta gestão e manutenção de TIC existentes ou a serem adquiridos na UEM, esperando dessa forma que a UEM melhore o modo como realiza a sua missão.

2.1.2. Benefícios das TIC Contexto da UEM

A UEM é uma das maiores universidades do país, só para se ter em conta, a mesma é constituída por onze (11) faculdades, seis (6) escolas, quinze (15) centros de investigação.

De acordo com a Universidade Eduardo Mondlane (2015), os números totais de estudantes, docentes e membros do corpo técnico e administrativo, entre os anos de 2012 e 2015, apresentam um comportamento descrito na Tabela 2-1.

Tabela 2-1: Números de estudantes, docentes e membros do corpo técnico administrativo da UEM.

	2012	2013	2014	2015
Estudantes	30365	34497	36864	39078
Docentes	1659	1680	1775	1790
CTA	2886	2784	2958	2780

Tal como pode-se verificar na Tabela 2-1, tanto a quantidade de estudantes quanto a quantidade de docentes cresce em função do tempo, porém, o crescimento da quantidade de estudantes não é proporcional ao crescimento da quantidade de docentes. A Tabela 2-2 ilustra o crescimento do rácio entre estudantes e docentes no intervalo compreendido entre 2012 e 2015.

Tabela 2-2: Rácio estudantes-docente

	2012	2013	2014	2015
Rácio (estudantes / docente)	19 / 1	21 / 1	21 / 1	22 / 1

Em relação à quantidade de membros do corpo técnico administrativo, o cenário é similar. No mesmo intervalo, o rácio entre estudantes e membros do corpo técnico administrativo cresceu sucessivamente, tal como ilustra a tabela Tabela 2-3.

Tabela 2-3: Rácio estudante-funcionário.

	2012	2013	2014	2015
Rácio (estudantes / funcionário)	11 / 1	13 / 1	13 / 1	15 / 1

Os dados acima apresentados demonstram o crescimento da população universitária da UEM em função do tempo, no intervalo entre 2012 e 2015, o que, de acordo com a Universidade Eduardo Mondlane (2006), tal crescimento aliado à dispersão geográfica das suas unidades orgânicas da instituição, desafia a mesma a encontrar meios alternativos para a sua gestão. É neste contexto que foram criadas diversas iniciativas baseadas em TIC para lidar com a crescente complexidade na gestão universitária. A Universidade Eduardo Mondlane (2006) afirma ainda que, as TIC são usadas na UEM fundamentalmente para três fins:

- **Melhoria de processos de ensino e aprendizagem**

O aumento sucessivo da quantidade de estudantes não tem sido acompanhado pelo aumento de docentes e funcionários, como consequência, as turmas têm sido cada vez mais numerosas e o tempo de dedicação individual dos docentes aos alunos tem

sido cada vez menor, cabe as TIC o papel de aliviar a pressão que recai sobre os docentes e funcionários de forma a minimizar os efeitos negativos desse aumento.

- **Investigação**

No contexto da investigação, as TIC permitem o acesso a bibliotecas virtuais que facilitem às publicações electrónicas, situação que seria bem mais complicada em caso de material físico.

- **Gestão Universitária**

No contexto da Gestão Universitária, as TIC permitem a redução significativa de custos operacionais, devido à racionalização de recursos, tanto materiais, financeiros ou humanos necessários para a realização de tarefas.

2.1.3. Evolução das Iniciativas de TIC na UEM e os Desafios Associados

Tal como refere-se na secção anterior, a UEM é desafiada a encontrar meios alternativos para lidar com a crescente demanda pelos seus serviços. É neste contexto que foram criadas diversas iniciativas baseadas em TIC. Tal como descreve a Universidade Eduardo Mondlane (2006), cada unidade orgânica goza de autonomia para seleccionar, adquirir, manter e administrar os seus recursos informáticos, particularmente sistemas de informação, o que originou uma situação em que diversas unidades orgânicas produzissem de forma independente sistemas de informação para uso próprio, tal é o caso das seguintes iniciativas:

- **Aplicação em Access para registo de Matrículas**

Aplicação desenvolvida pelo Departamento de Informática da Direcção do Registo Académico com vista ao fornecimento de dados estatísticos sobre estudantes escritos

- **Aplicação em Access para registo de Indicadores para o Banco Mundial**

Aplicação desenvolvida em conjunto ao abrigo de um projecto com o Banco Mundial, para que fosse reportado um conjunto de indicadores a serem obtidos através da recolha e tratamento manual de informação compilada e introduzida na aplicação.

- **Gestão de Alunos da Universidade do Porto**

Sistema desenvolvido pela Universidade do Porto e adoptado pela Direcção de Registo Académico cuja finalidade era de gerir de forma centralizada toda a informação do estudante.

- **Aplicação Excel para o registo de matrículas no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências**

É um conjunto de mapas de Excel usados para consulta de informação, produção de listas de estudantes, actas de exames, pautas, bem como para a produção de relatórios.

- **Sistema de Gestão de Recursos Humanos e Salários**

Aplicação desenvolvida em Access para responder as necessidades da Direcção de Recursos Humanos na gestão de recursos humanos e salários.

- **Sistema de Contabilidade Pública**

Aplicação de contabilidade que permitia gerir os fundos do Orçamento do Estado atribuídos a UEM, de acordo com as regras de Contabilidade Pública.

- **Sistema Integrado de Bibliotecas (Millennium)**

Aplicação que permite a inventariação e gestão de todos os títulos disponíveis na UEM ao cuidado da Direcção dos Serviços de Documentação. Trata-se de uma aplicação comercial adquirida de terceiros.

- **Gestão de Alojamento**

Sistema desenvolvido pelo CIUEM, destinado ao registo do ciclo de vida dos estudantes nas residências universitárias.

- **Sistema de Gestão de Cursos**

Sistema desenvolvido pelo CIUEM, destinado à colocação de informações *online* sobre cursos, faculdades e planos temáticos. Permite também o compartilhamento de material em formato digital entre docentes e estudantes.

- **KEWL**

É uma plataforma de *e-learning* que permitia a interacção entre o docente e os estudantes, disponibilização de cursos, disponibilização de conteúdos, elaboração de teste interactivos.

- **Aplicação do Registo Académico na Faculdade de Engenharia**

Aplicação de registo académico desenvolvido pela Faculdade de Engenharia com vista a gerir o processo de registo académico local. A mesma foi desenvolvida usando recursos internos.

- **Ambiente de Aprendizagem**

Plataforma de gestão de cursos, concebido com base no Moodle, que é um um

sistema de *e-learning* desenhado com base em princípios académicos, com o objectivo de auxiliar os docentes na criação de conteúdos para aprendizagem *on-line*.

Durante vários anos, mais sistemas de informação foram surgindo, tendo uns sido desenvolvidos de raiz e outros adquiridos, esta situação, de acordo com Universidade Eduardo Mondlane (2006), deu origem à dispersão de soluções de TIC, isto é, a UEM encontrava-se numa situação em que tinha diversos sistemas de informação produzidos ou adquiridos de forma independente pelas unidades orgânicas, Universidade Eduardo Mondlane (2006) aponta a ausência de uma visão global de iniciativas de sistemas de informação como um dos factores que contribuíram para a situação, como consequências negativas encontravam-se:

- **Dificuldade de gestão**
- **Repetição de esforços**
- **Dificuldade no compartilhamento de informação**
- **Uso irracional de recursos**

Esta situação tornou evidente a necessidade de centralização das diversas iniciativas, tendo sido por isso, criado o projecto eCampus, o qual será descrito na secção a seguir.

2.1.4. Surgimento do eCampus

Para minimizar os efeitos resultantes da dispersão de iniciativas de sistemas de informação usados na UEM e harmonizar os esforços da informatização dos serviços da UEM, o CIUEM e a DRA submeteram em conjunto uma proposta de um projecto denominado eCampus. Na visão de Munguanaze (2015), o eCampus é definido como um sistema integrado de gestão universitária proposto para apoiar a UEM na realização da sua missão, o mesmo consiste na integração das soluções tecnológicas numa plataforma de modo a acomodar as iniciativas de TIC previamente desenvolvidas nas diversas unidades orgânicas da UEM, facilitando assim a sua gestão e conseqüentemente, estimular a racionalização de recursos. É de extrema importância mencionar a abordagem usada no projecto eCampus. Pelo facto de existirem vários sistemas de informação em funcionamento antes da sua inceptção, optou-se por dar a continuidade a alguns, porém, como subsistemas do eCampus ao invés de depreciá-los e iniciar novos. Desta forma, pôde-se beneficiar da experiência e

conhecimentos ganhos durante vários anos no desenvolvimento desses sistemas.

2.1.4.1. Evolução do eCampus

O eCampus é um projecto de três fases, tal como descrito por Munguanaze e Tamele (2017), sendo as mesmas denominadas: fase 0, fase 1 e fase 2.

Primera Fase: Fase 0

Munguanaze e Tamele (2017) afirmam que a fase 0 decorreu no intervalo de tempo compreendido entre 2014 e 2015. Nesta fase avaliou-se as diversas iniciativas de sistemas de informação existentes na UEM e procedeu-se a selecção daquelas que seriam contempladas pelo projecto eCampus, tendo resultado na selecção de dez (10) sistemas de informação, dos quais oito (8) foram produzidos pela UEM e dois (2) adquiridos.

Com a finalização da fase 0, o eCampus contava com os seguintes subsistemas:

1. Sistema de Exames de Admissão;
2. Sistema Integrado de Gestão Universitária (SIGA);
3. Sistema de Investigação e Pós-graduação;
4. Plataforma de Ensino à Distância (CEND);
5. Sistema de Avaliação de Qualidade Académica (SISQUAL);
6. Sistema de Gestão de Alojamento;
7. Sistema de Gestão de Viaturas;
8. Sistema de Gestão de Salas;
9. Sistema de Gestão de Expediente e Despachos (SIGE);
10. Sistema de Planificação e Monitoria de Actividades (SIPMA).

De acordo com Munguanaze (2015) os objectivos referentes à produção dos subsistemas seleccionados nesta fase foram totalmente alcançados, ficando o desafio da sua implantação para o uso nas respectivas unidades orgânicas.

Segunda Fase: Fase 1

Munguanaze e Tamele (2017) afirmam que a fase 1 decorreu no intervalo de tempo compreendido entre o primeiro e o segundo semestre do ano de 2016, os objectivos desta fase passavam por:

- Implantar os subsistemas desenvolvidos durante a fase anterior nas respectivas

unidades orgânicas beneficiárias;

- Realizar manutenção dos subsistemas desenvolvidos durante a fase anterior;
- Mesclar dois subsistemas (Sistema de Gestão de Viaturas e Sistema de Gestão de Salas);

Com a finalização da fase um, o eCampus contava com os seguintes subsistemas:

1. Sistema de Exames de Admissão;
2. Sistema Integrado de Gestão Universitária (SIGA);
3. Sistema de Investigação e Pós-graduação;
4. Plataforma de Ensino à Distância (CEND);
5. Sistema de Avaliação de Qualidade Académica (SISQUAL);
6. Sistema de Gestão de Alojamento;
7. Sistema de Gestão de Recursos Partilhados;
8. Sistema de Gestão de Expediente e Despachos (SIGE);
9. Sistema de Planificação e Monitoria de Actividades (SIPMA).

Terceira Fase: Fase 2

Munguanaze e Tamele (2017) consideram a fase 2, a fase actual, que teve início no princípio do ano de 2017 e estende-se até o segundo semestre do ano de 2018, nesta fase visa-se:

- Efectuar manutenção dos subsistemas desenvolvidos durante a fase anterior;
- Desenvolver e implantar três (3) novos subsistemas, nomeadamente: Sistema de Gestão de Recursos Humanos, Sistema de Gestão Financeira e Sistema da Clínica Universitária;
- Integrar e garantir a interoperabilidade entre os subsistemas;
- Aumentar a capacidade da infra-estrutura tecnológica;
- Formar técnicos para garantir a sustentabilidade do eCampus; e
- Definir um *framework* para incorporar no eCampus outras iniciativas de informatização em curso nas diversas unidades orgânicas da UEM.

Espera-se que, até ao fim da fase 2, o eCampus conte com os seguintes subsistemas:

1. Sistema de Exames de Admissão;
2. Sistema Integrado de Gestão Universitária (SIGA);
3. Sistema de Investigação e Pós-graduação;

4. Plataforma de Ensino à Distância (CEND);
5. Sistema de Avaliação de Qualidade Académica (SISQUAL);
6. Sistema de Gestão de Alojamento;
7. Sistema de Gestão de Recursos Partilhados;
8. Sistema de Gestão de Expediente e Despachos (SIGE);
9. Sistema de Planificação e Monitoria de Actividades (SIPMA).
10. Sistema de Gestão de Recursos Humanos;
11. Sistema de Gestão de Finanças; e
12. Sistema de Gestão da Clínica;

Espera-se também que os subsistemas estejam integrados e possam interoperar entre si. Para tal foi criada uma equipa responsável por conceber o modelo de interoperabilidade e elaborar um *framework* que descreva a visão geral do ecampus.

Munguanze e Tamele (2017) apontam um conjunto de desafios que têm sido enfrentados durante a realização do projecto, dos quais pode-se mencionar:

- Capacidade da infraestrutura
- Meios e condições de trabalho
- Motivação do recursos humanos

2.1.4.2. Avaliação do Projecto eCampus

A criação do projecto eCampus representa um marco importante para a harmonização dos esforços de informatização dos serviços da UEM, pois, este permite a agregação de várias iniciativas sob um único projecto-pai. Como consequência, o desenvolvimento, a manutenção e a gestão de tais iniciativas, bem como a disponibilização de recursos, quer sejam materiais, financeiros ou humanos tornam-se facilitados, o que liberta várias unidades orgânicas que não têm as tecnologias de informação e comunicação como uma das suas especialidades, permitindo-as que foquem na realização das suas responsabilidades. Este constitui o maior benefício do projecto até então.

Porém, ao efectuar-se uma comparação entre a definição do projecto eCampus elaborada por Munguanze (2015) e o estágio actual de implementação do mesmo, pode-se observar algum contraste. De forma resumida, afirma-se que, o eCampus é um sistema integrado de

gestão universitária constituído por diversos módulos (neste caso subsistemas), esta afirmação sugere a existência de um mecanismo de comunicação entre os módulos de forma a atingir um determinado objectivo. Entretanto, esta situação não ainda não é real, pois, nenhum dos nove (9) subsistemas em funcionamento interage de forma automatizada com outro, este facto estende-se aos três subsistemas que estão a ser desenvolvidos na fase actual. Para que haja interacção entre os mesmos recorre-se a métodos manuais, que são evidentemente ineficientes e mais propensos a erros.

Tais métodos manuais consistem basicamente, no melhor dos casos, na exportação de dados do subsistema de origem para um arquivo de formato previamente acordado entre a origem e o destino, de modo a importá-los nos subsistemas de destino. No pior dos casos consistem na inserção manual dos dados. Pode-se levantar algumas questões de reflexão em relação a este método de interacção são:

- Como é que o subsistema de destino lida com uma eventual actualização de dados na origem?
- Com que frequência os dados são actualizados entre o subsistema de origem e os subsistemas de destino e vice-versa?
- O que acontece se o arquivo for modificado antes da importação de dados no subsistema de origem?
- Como garantir que os dados não são modificados no ficheiro depois que tenham sido exportados na origem e antes que sejam importados no destino?
- Como é que entra-se em acordo sobre o formato do ficheiro?
- Será que o formato de dados exportado no subsistema de origem pode ser devidamente entendido no subsistema de destino? Se não o que é feito para que a importação seja feita com sucesso?
- Quantas cópias de exactamente mesmos dados precisam ser armazenadas?
- O que aconteceria se o arquivo exportado caísse em mão erradas?

Outro aspecto que constitui um problema é o facto de, em praticamente todos os subsistemas, repetir-se a implementação de serviços que poderiam ser compartilhados, como exemplo tem-se:

- **Gestão de identidades**

A gestão de identidades envolve todas as actividades necessárias para a criação, edição e remoção de utilizadores, criação de perfis de utilizadores e o mapeamento entre os utilizadores e os perfis. A gestão de identidades, actualmente é feita de forma descentralizada, isto é, em cada subsistema é implementada da forma que se achar conveniente. O efeito negativo deste facto é a necessidade de os utilizadores possuírem múltiplas credenciais de acesso para interagir com os diversos serviços do eCampus.

- **Políticas de controlo de acesso**

As políticas de controlo de acesso visam definir os métodos de autenticação e que acções um determinado tipo de utilizador pode exercer na plataforma. Estas são implementadas de forma individual em cada subsistema.

- **Interacção com outros subsistemas**

Algumas vezes os subsistemas do eCampus precisam interagir com serviços externos, tais são os casos de: (a) serviços bancários e (b) *gateway* de SMS. Esta interacção tem sido implementada de forma individual em cada subsistema.

- **Interacção com outros subsistemas**

A maioria dos subsistemas do eCampus dependem uns dos outros para obtenção de dados, como exemplos apontam-se: (a) SIGA que necessita de obter dados de estudantes admitidos ao Sistema de Exames de Admissão e (b) O sistema de Ensino à Distância precisa obter a lista de estudantes inscritos do SIGA, e, no sentido inverso, o SIGA precisa obter o rendimento dos estudantes do primeiro. Dependências similares a estas ocorrem entre os demais subsistemas. Pretende-se a qui mencionar o facto de estas interacções serem implementadas de forma individual em cada subsistema.

Provavelmente existam vários outros serviços similares aos apontados acima, que poderiam ser partilhados, analisando este facto, pode-se prever o uso irracional de recursos materiais, financeiros ou humanos, pois estes são alocados para resolver várias vezes os mesmos problemas.

É necessário abordar os problemas aqui mencionados de forma a tornar o eCampus uma

plataforma que seja realmente integrada. Na secção que se segue, descreve-se de forma resumida o que seria necessário para tal.

2.1.4.3. O eCampus Como Uma Plataforma Integrada

As questões de reflexão e os pontos levantados anteriormente constituem um grande impedimento para tornar o projecto eCampus verdadeiramente integrado. Na visão do autor, visão também compartilhada pelo coordenador do projecto eCampus, a elaboração de uma visão geral do projecto bem como a elaboração de um modelo de integração e interoperabilidade é de extrema urgência, e deve receber atenção igual ou maior do que a que tem sido dedicada ao desenvolvimento e implantação de novos subsistemas. O autor acredita que, com a visão geral do eCampus e o modelo de integração e interoperabilidade definidos, o desenvolvimento e a implantação de novos subsistemas será menos complicado e vai exigir menos recursos.

Alguns dos pontos que deverão ser abordados na visão global e estratégia de interoperabilidade são:

- Definir os serviços básicos do eCampus;
- Prover capacidade de estender os serviços básicos;
- Centralizar gestão de identidades digitais;
- Definir formas de controlar acesso aos serviços;
- Uniformizar a comunicação entre os serviços internos;
- Uniformizar a comunicação com serviços externos;
- Definir padrões, especificações aceites no projecto;
- Estratégia para desenvolvimento de novos serviços (adquirir, contractar, desenvolver).

2.2. Interoperabilidade entre Sistemas de Informação

A presente secção visa abordar o conceito da interoperabilidade no contexto das TIC. Para tal, discute-se primeiro o conceito de interoperabilidade e depois apresenta-se os seus benefícios, bem como os seus objectivos. Por fim são apresentados os diversos métodos usados para atingir a interoperabilidade em TIC.

2.2.1. Definição de Interoperabilidade

Segundo a Comissão Europeia (2004) a interoperabilidade consiste na habilidade de sistemas informáticos e processos de negócios suportados por estes trocarem dados e garantir o compartilhamento de informação e conhecimento.

De acordo com Novakousk e Lewis (2012), várias definições capturam a ideia geral por detrás da interoperabilidade, porém, estas tendem a focar apenas nos aspectos técnicos, muitas vezes reflectindo a crença de que a interoperabilidade é primariamente um desafio técnico, como resultado, muitos esforços para construção de sistemas interoperáveis focam apenas em tais desafios técnicos.

Porém, ultimamente, de acordo com Novakousk e Lewis (2012), vários projectistas de sistemas têm reconhecido o facto de a interoperabilidade total consistir em muito mais do que aspectos técnicos. É neste contexto que várias organizações têm estado empenhadas em ampliar o seu escopo, tal é o caso da Comissão Europeia (2004) que propõe a definição apresentada no parágrafo a seguir.

A interoperabilidade é a habilidade de diferentes organizações interagirem em torno de um objectivo comum e mutuamente benéfico, envolvendo compartilhamento de informação e conhecimento por meio dos processos de negócio que estas suportam através da troca de dados entre os seus sistemas informáticos.

Para Novakousk e Lewis (2012), apesar de não existir uma definição de interoperabilidade universalmente aceite, a última é mais completa que a anterior, pois delinea o seu amplo escopo, e reconhece a existência de factores não técnicos capazes de influenciá-la.

2.2.2. Benefícios da Interoperabilidade

São vários os benefícios da interoperabilidade entre os sistemas. Os mesmos podem ser divididos em vários grupos, entre eles destacam-se:

- **Na perspectiva de Prestação de Serviços**

Nesta perspectiva, a interoperabilidade permite melhorar a eficiência na disponibilização e no acesso aos serviços, bem como na coordenação, gestão e manutenção de serviços existentes.

- **Na Perspectiva da Administração**

Nesta perspectiva, a interoperabilidade permite reduzir custos de adopção e implementação de sistemas. Este facto ocorre devido ao uso de padrões e normas abertos o que estimula a competição entre os fornecedores.

2.2.3. Modelos de Interoperabilidade

Tanto quanto a quantidade de definições existentes, existem também vários modelos de interoperabilidade. Os modelos de interoperabilidade dividem o problema de interoperabilidade em diferentes tipos, níveis ou dimensões. Novakousk e Lewis (2012) apresentam os seguintes modelos de interoperabilidade:

- **Level of Information System Interoperability (LISI)**
- **Organizational Interoperability Maturity Model (OIMM)**
- **Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM)**
- **European Interoperability Framework (EIF)**
- **Government Interoperability Framework (GIF)**

Para Novakousk e Lewis (2012), embora a forma como os modelos mencionados são definidos e estruturados seja similar, os mesmos não são adequados para um modelo de interoperabilidade genérico pelo facto de serem dependentes a um domínio específico. Os mesmos autores apresentam um modelo genérico derivado dos modelos acima. O modelo apresenta inicialmente os objectivos básicos da interoperabilidade e, em seguida mapeia-os aos níveis de integração, onde os objectivos mais complexos são mapeados a níveis de

interoperabilidade mais altos. Por fim, descrevem-se os factores que influenciam a interoperabilidade entre sistemas.

2.2.4. Objectivos da Interoperabilidade

Novakousk e Lewis (2012) apresentam três objectivos principais associados ao alcance da interoperabilidade entre sistemas (informáticos ou não), nomeadamente: (a) intercâmbio de dados; (b) intercâmbio de semântica; e (c) acordo de processos.

Intercâmbio de Dados

Este é o primeiro objectivo, e nele, visa-se apenas garantir o facto de haver troca de dados entre as partes da comunicação, não importando o seu significado.

Intercâmbio de Semântica

Este é o segundo objectivo, e nele, além do facto de garantir-se a troca de dados entre as partes da comunicação, visa-se também assegurar que as mesmas atribuem o mesmo significado aos dados que trocam. De acordo com Novakousk e Lewis (2012), este objectivo difere do primeiro devido ao aspecto da interpretação, isto é, no primeiro objectivo, a troca de dados simplesmente existe ou não, não existe meio-termo, porém, a troca de significado é mais complicada pois não existem garantias implícitas de que as partes irão interpretar os dados da mesma forma.

Harmonia entre Processos

Este é o terceiro objectivo, e nele, visa-se garantir um acordo sobre como deve-se agir sobre a informação trocada entre as partes da comunicação. De acordo com Novakousk e Lewis (2012), este objectivo difere dos dois anteriores pelo facto de mudar o foco, da transferência de dados para as acções que podem ser tomadas sobre os dados uma vez que estes tenham sido trocados.

Para garantir este objectivo, todos os participantes da comunicação devem acordar de antemão sobre o que deve ser feito em relação aos dados que recebem. Muitas vezes, a ausência de harmonia entre processos caracteriza-se pelo facto de um consumidor de um

serviço dever fornecer a mesma informação a várias unidades da mesma organização, no decurso de um mesmo evento.

2.2.5. Níveis de Interoperabilidade

A ideia fundamental por detrás dos níveis de interoperabilidade é, como relacionar os objectivos básicos da interoperabilidade para atingir objectivos mais complexo. A interoperabilidade no seio de TIC pode ser classificada em três categorias, nomeadamente: (a) interoperabilidade técnica; (b) interoperabilidade semântica; e (c) interoperabilidade organizacional.

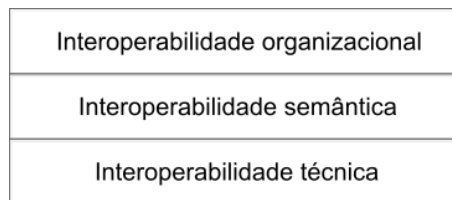


Figura 2-1: Níveis de interoperabilidade

Interoperabilidade Técnica

A interoperabilidade técnica está directamente mapeada ao objectivo de intercâmbio de dados. Esta é posicionada na base pelo simples facto de a troca de dados constituir a base para qualquer comunicação.

Vários modelos de interoperabilidade subdividem este nível em vários subníveis com o objectivo de abordar modos específicos de comunicação bem como separar os dados do meio de comunicação.

A interoperabilidade técnica por sua vez está subdividida em, pelo menos quatro camadas ou categorias, nomeadamente:

- **Interconexão**

Envolve padrões relacionados com a rede de computadores e o desenvolvimento de sistemas. Esta camada garante a comunicação entre diferentes sistemas.

- **Integração de dados**

Contém padrões usados para a descrição dos dados trocados entre sistemas distintos.

- **Acesso à Informação e Apresentação**

Refere-se à apresentação dos dados ao utilizador final em vários meios de acesso.

- **Gestão de Conteúdo e Metadados**

Envolve os padrões usados para o acesso e gestão o funcionamento de toda a plataforma de interoperabilidade.

A Figura 2-2 ilustra as subcamadas da camada de interoperabilidade técnica e a relação entre elas.

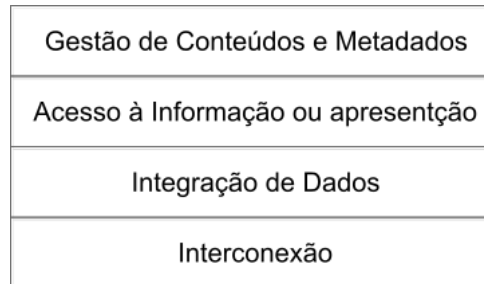


Figura 2-2: Subcamadas da camada de interoperabilidade.

Interoperabilidade Semântica

A interoperabilidade semântica é mapeada ao objectivo do intercâmbio de significado. Esta é posicionada sobre o nível de interoperabilidade técnica pelo facto de ser necessário garantir a troca de dados para que haja troca de sentido.

Interoperabilidade Organizacional

A interoperabilidade organizacional é mapeada ao objectivo de harmonia entre processos. A mesma é posicionada no nível mais elevado pelo facto de ser impossível harmonizar processos sem antes garantir a troca de dados e, em seguida o entendimento do seu significado entre as partes da comunicação.

2.3. Integração de Sistemas de Informação

Na presente secção visa-se abordar a integração de sistemas de informação, para tal, apresenta-se a sua definição, critérios de integração, topologias de integração e as principais técnicas.

2.3.1. Definição de Integração

Linthicum (1999) define integração como compartilhamento irrestrito de dados entre dois ou mais sistemas. Envolve o conjunto de tecnologias que permitem o movimento e troca de dados entre diferentes sistemas, na mesma ou em organizações diferentes.

Pode-se notar alguma semelhança entre a definição de interoperabilidade técnica e integração. Na opinião do autor, não existe diferença entre ambas, pois visa-se apenas garantir a transferência de dados da fonte para o destino, delegando questões relacionadas com a interpretação dos mesmos para níveis superiores de interoperabilidade.

2.3.2. Critérios de Integração

Hohpe e Woolf (2003) afirmam que, a integração, tal como qualquer iniciativa tecnológica, envolve um conjunto de considerações e consequências que devem ser tomadas em conta. Os autores acima referenciados apresentam alguns critérios de integração capazes auxiliar o processo de selecção de mecanismos de integração, tais critérios são: (a) grau de integração; (b) formato de dados e (c) pontualidade.

2.3.2.1. Grau de Integração ou Acoplamento

O grau de integração é definido como o nível de interdependência entre os sistemas integrados, podendo ser forte ou fraco. Sistemas com grau de integração forte fazem presunções em relação sobre aspectos internos dos outros, como consequência, se o outro sistema for alterado e quebrar as presunções, a integração deixa de existir. Por sua vez sistemas com grau de integração fraco não fazem presunções em relação à aspectos internos dos outros, os mesmos usam uma interface bem definida para a comunicação a sua, como consequência, os sistemas podem evoluir de forma independente desde que a interface definida mantenha-se estável.

2.3.2.2. Formato de Dados

Os sistemas devem previamente entrar em acordo sobre o formato de dados que devem trocar, ou deve existir um tradutor intermediário capaz de transformar o formato de origem para o formato de destino.

2.3.2.3. Pontualidade

A pontualidade refere-se ao intervalo de tempo decorrido entre o momento em que, um sistema decide compartilhar dados e o momento em que o sistema de destino tem acesso aos mesmos. Sempre que possível, este intervalo de tempo deve ser o menor possível de modo a evitar a desactualização de dados devido à latência.

2.3.3. Topologia de Integração

A topologia de integração define como os sistemas são interconectados. De acordo com Todd e Poduval (2001), a topologia de integração é um dos aspectos a se ter em consideração ao construir uma arquitectura de integração capaz de satisfazer diferentes requisitos de integração numa organização. Todd e Poduval (2001) afirmam que, a selecção da topologia correcta tem grande impacto na performance, gestão e redução de custos da solução de integração. As topologias de integração podem ser: (a) ponto a ponto e (b) estrela;

2.3.3.1. Topologia Ponto a Ponto

A topologia ponto a ponto, também designada *ad-hoc*, consiste na conexão directa entre os sistemas. Muitas vezes, ela não reflecte uma decisão arquitectural, e sim uma evolução accidental resultante da interligação improvisada de sistemas heterogéneos.

Nesta arquitectura, novos sistemas são conectados a sistemas já existentes. A interligação de dois sistemas é denominada interface. Num cenário com n sistemas seriam necessárias $n * (n - 1) / 2$ interfaces para interligá-los todos.

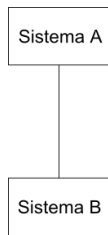


Figura 2-3: Topologia ponto a ponto entre dois sistemas.

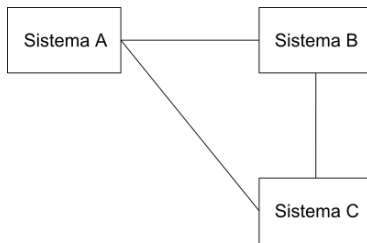


Figura 2-4: Topologia ponto a ponto entre três sistemas.

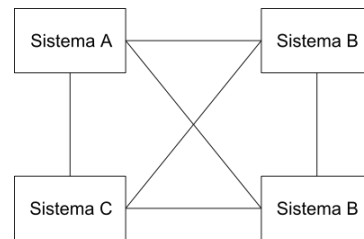


Figura 2-5: Topologia ponto a ponto entre quatro sistemas.

Tal como ilustra a Figura 2-5, o aumento da quantidade de sistemas por integrar produz aumento na quantidade de interfaces. Como consequência a complexidade, a exposição a erros e a dificuldade de manutenção também aumentam.

Vantagens da integração ponto-a-ponto

- Baixo custo de infra-estrutura; e
- Baixo custo de implementação;

Desvantagens da integração ponto-a-ponto

- É prática apenas numa situação em que tenha-se poucos sistemas por integrar;
- A substituição de um sistema por outro constitui um processo trabalhoso;
- Dificulta a reutilização de seus componentes;
- A sua operação e a manutenção são complexas; e
- Ausência de padronização na sua implementação.

2.3.3.2. Topologia em Estrela

A topologia em estrela representa uma evolução da topologia ponto-a-ponto, e tem como objectivo minimizar crescente complexidade de interfaces da topologia anterior através de um elemento central de integração. Este elemento é usado para trocar dados entre sistemas distribuídos. Adicionalmente, o elemento central de integração pode transformar e rotear os dados de um sistema para outro.



Figura 2-6: Topologia em estrela com dois sistemas

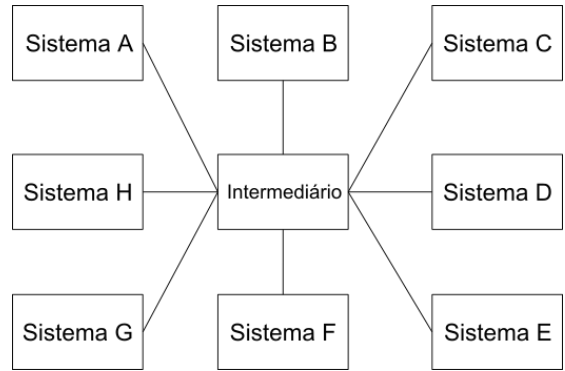


Figura 2-7: Topologia em estrela com mais de dois sistemas.

Tal como ilustra a Figura 2-7, a adição de novos sistemas à topologia não tem impacto nos sistemas já existentes, pois estes não encontram-se directamente conectados.

Vantagens da topologia em estrela

- Redução da quantidade de interfaces necessárias;
- Conformidade a padrões;
- Facilidade de monitorização; e
- Facilidade em integrar ou substituir sistemas.

Desvantagens da topologia em estrela

- Alto custo de infra-estrutura;
- Alto custo de implementação;
- Por ser baseado em um elemento central de integração, este torna-se o ponto único de falha.

2.3.4. Estilos de Integração

De acordo com Hohpe e Woolf (2003) existem várias abordagens de integração. Cada abordagem lida com alguns critérios melhor do que outras. As abordagens de Integração podem ser agrupadas em quatro estilos, nomeadamente: (a) transferência de arquivos; (b) compartilhamento de base de dados; (c) invocação de procedimentos remotos e (d) troca de mensagens.

2.3.4.1. Transferência de Ficheiros

Neste estilo de integração, o sistema de origem escreve os dados que deseja partilhar em um arquivo e este será posteriormente lido pelo sistema de destino, os sistemas envolvidos no processo precisam entrar em acordo sobre formato do arquivo, e possivelmente o seu nome, a sua localização e o momento da escrita e da leitura do mesmo.



Figura 2-8: Integração por transferência de ficheiros.

2.3.4.2. Compartilhamento de Base de Dados

Este estilo de integração consiste no uso de uma base de dados centralizada e compartilhada entre vários sistemas, a mesma serve como ponto de integração entre as aplicações.

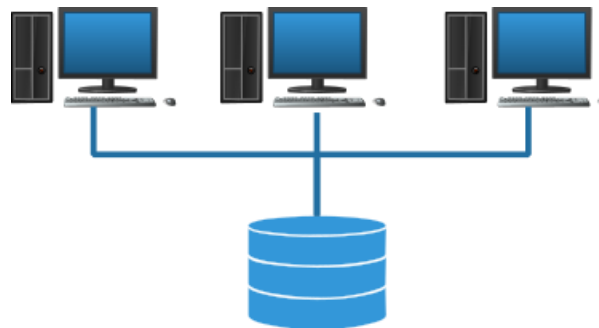


Figura 2-9: Integração por compartilhamento de base de dados.

2.3.4.3. Invocação Remota de Procedimentos

Este estilo de integração consiste no acto de um sistema expor suas funcionalidades através de uma interface bem definida sem que seja necessário expor a estrutura interna dos dados,

a mesma interface pode ser usada por outros sistemas tanto para compartilhamento de dados quanto para compartilhamento de processos.

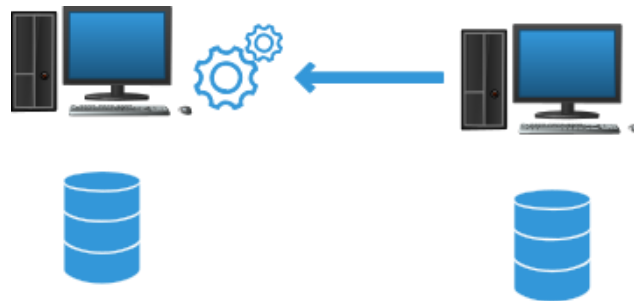


Figura 2-10: Integração por invocação remota de procedimentos.

2.3.4.4. Troca de Mensagens

Esta técnica de integração consiste na integração de sistemas ou aplicações através de troca de mensagens entre o sistema fonte e o sistema de destino por meio de um elemento intermediário denominado barramento, o mesmo possui várias características interessantes, entre elas encontram-se a memória e o roteamento. O barramento armazena as mensagens enviadas pelo sistema fonte até que estas sejam consumidas pelo sistema de destino.

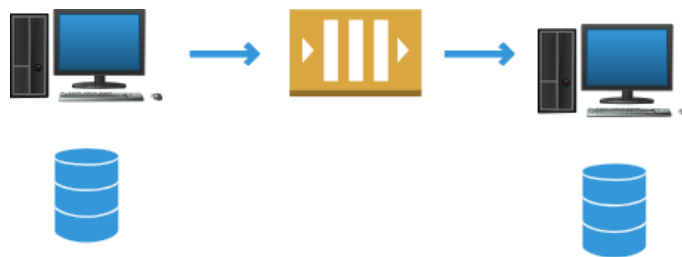


Figura 2-11: Integração por invocação remota de procedimentos.

2.4. Padrões Abertos e o Seu Papel no Contexto da Interoperabilidade

Na presente secção visa-se abordar o papel que os padrões abertos podem desempenhar no contexto da interoperabilidade entre sistemas de informação. Para tal apresenta-se a definição de padrão aberto, os seus benefícios, modelos para classificação de padrões e por fim o ciclo de vida de adopção de padrões abertos.

2.4.1. Definição de Padrão Aberto

De acordo com Lallana (2008), os padrões abertos são caracterizados pela abertura no processo de seu desenvolvimento e no acesso às suas especificações.

Como afirma Lallana (2008), Bruce Perens, apresenta uma visão abrangente porém restrita de padrões abertos, na qual os seguintes critérios são considerados como suas características necessárias:

- **Critério 1: Disponibilidade**

Os padrões abertos devem estar disponíveis para todos, que seja para leitura ou para implementação.

- **Critério 2: Maximização de escolha do utilizador final**

Os padrões abertos devem criar um mercado justo e competitivo para as diversas implementações. Estes não devem

- **Critério 3: Ausência de *Royalties***

A implementação de padrões abertos deve ser gratuita, isto é, nenhum indivíduo deve ser cobrado para que este implemente um padrão aberto. Cobranças podem ser feitas para efeitos de certificação de conformidade.

- **Critério 4: Ausência de Discriminação**

Os padrões abertos e as organizações que os administram não devem favorecer uma implementação específica em detrimento de outra por qualquer razão que não seja a conformidade com as especificações do padrão. As organizações padronizadoras devem fornecer um método de baixo custo ou gratuito para validar a implementação.

- **Critério 5: Extensão ou Subconjunto**

Os padrões abertos devem permitir que as suas implementações sejam os extendam ou forneçam subconjunto dos mesmos. Porém, para efeitos de certificação, reserva-se o direito de recusar a implementação de subconjuntos de um padrão, e também de definir requisitos sobre a extensão dos mesmos.

- **Critério 6: Práticas predatórias**

Os padrões abertos podem implementar termos de licença que protegem-nos contra a sua subversão por um mecanismo que consiste derivação de um padrão aberto para criação de um padrão não aberto. Para tal, as organizações padronizadoras podem exigir que detalhes das derivações do padrão sejam publicados. Com excepção deste facto, um padrão aberto não deve a sua extensão.

De acordo com Lallana (2008) a definição anterior não é consensual, sendo o terceiro critério o que tem sido o mais contestado, como no caso da definição de ITU (2005), que, em um dos critérios afirma que, os direitos de propriedade intelectual necessários para implementar um padrão aberto devem ser licenciados a qualquer um, por meio de um processo não discriminatório, quer seja (1) de forma gratuita ou (2) sob alguns termos e condições que possam eventualmente incluir a compensação monetária.

Embora não exista uma definição universalmente aceite, Lallana (2008) apresenta as seguintes características como as mínimas necessárias para que um padrão seja considerado aberto:

- O padrão deve ser de fácil acesso a qualquer indivíduo, seja para informação ou para implementação;
- O desenvolvimento do padrão deve ser conduzido através de um processo aberto e que facilite a participação de qualquer indivíduo; e
- O padrão não deve ser controlado ou ligado a um grupo ou fornecedor específico.

2.4.2. Importância dos Padrões Abertos no Contexto da Interoperabilidade

Segundo Lallana (2008), os padrões, de forma geral, e os padrões abertos, de forma particular, desempenham um papel fundamental no alcance da interoperabilidade em qualquer que seja o contexto. Os padrões abertos permitem que produtos diferentes

funcionem juntos. Eles conduzem à diversidade de fornecedores e ao desenvolvimento tecnológico.

Tal como refere Lallana (2008), no contexto das TIC, os padrões abertos podem trazer os seguintes benefícios:

- Evitam que organizações fiquem presas a um fornecedor particular e dão-lhes a flexibilidade de escolher várias opções tecnológicas;
- Garantem o crescimento económico e da indústria local pois, permite-a competir globalmente com menos recursos; e
- Reduzem os custos e riscos das organizações na adopção de tecnologias, por estas saberem que têm várias possibilidades para a produção e implementação de produtos que necessitam.

3. Proposta de Solução

No presente capítulo visa-se conceber um modelo de interoperabilidade que aborde os aspectos identificados na Revisão de Literatura. O modelo que se propõe deverá consistir da arquitectura e dos padrões a serem usados.

3.1. Descrição da Proposta

Na revisão de literatura aborda-se dois factores que precisam ser resolvidos para que o eCampus passe a ser uma plataforma integrada, sendo o primeiro relacionado com a possibilidade de troca de dados entre os subsistemas e o segundo com a centralização de serviços comuns.

O primeiro passo para resolver estes problemas vai além do aspecto tecnológico, pois, precisa-se, antes de tudo, conhecer muito bem os beneficiários dos serviços que deverão ser fornecidos pelo eCampus, bem como as suas necessidades.

Em seguida deve-se identificar e mapear os serviços de existentes às necessidades dos beneficiários identificados. O termo serviço refere-se à processos de negócio tais como a matrícula, inscrição, contratação, entre outros.

Apos à identificação dos serviços deve-se identificar os subsistemas existentes que implementem tais serviços, como exemplo, tem-se o SIGA que implementa o serviço de inscrição, tem-se também o SISQUAL que implementa o serviço da avaliação de qualidade de cursos. É importante enfatizar que, nesta solução, o utilizador final passa a desconhecer a existência de subsistemas, pois, o que importa para ele são os serviços fornecidos no eCampus. Desta forma, pode-se ter várias implementações do mesmo serviço havendo a liberdade de escolher o serviço oficial entre as implementações, assim, pode-se substituir de forma transparente um serviço por outro sem que seja notado pelo utilizador final.

Para que a solução seja possível, é necessário, antes de tudo, centralizar os mecanismos de gestão de utilizadores e controlo de acesso. Estes mecanismos deixam de ser implementados individualmente em cada subsistema. É necessário também, definir como será feita a comunicação entre os subsistemas.

A comunicação entre os subsistemas pode ser feita através da troca de mensagens HTTP, os dados representados em qualquer formato estruturado de dados, preferencialmente, JSON. Esta comunicação não deve ser feita directamente entre um subsistema e outro, é necessário que a mesma seja intermediada, ou seja, se a origem que requisitar alguma informação do destino a mesma deve recorrer a um elemento intermediário, cabe ao elemento intermediário ir buscar a informação do destino e entregá-la à origem, uniformizando deste modo a comunicação

3.2. Arquitectura da Solução

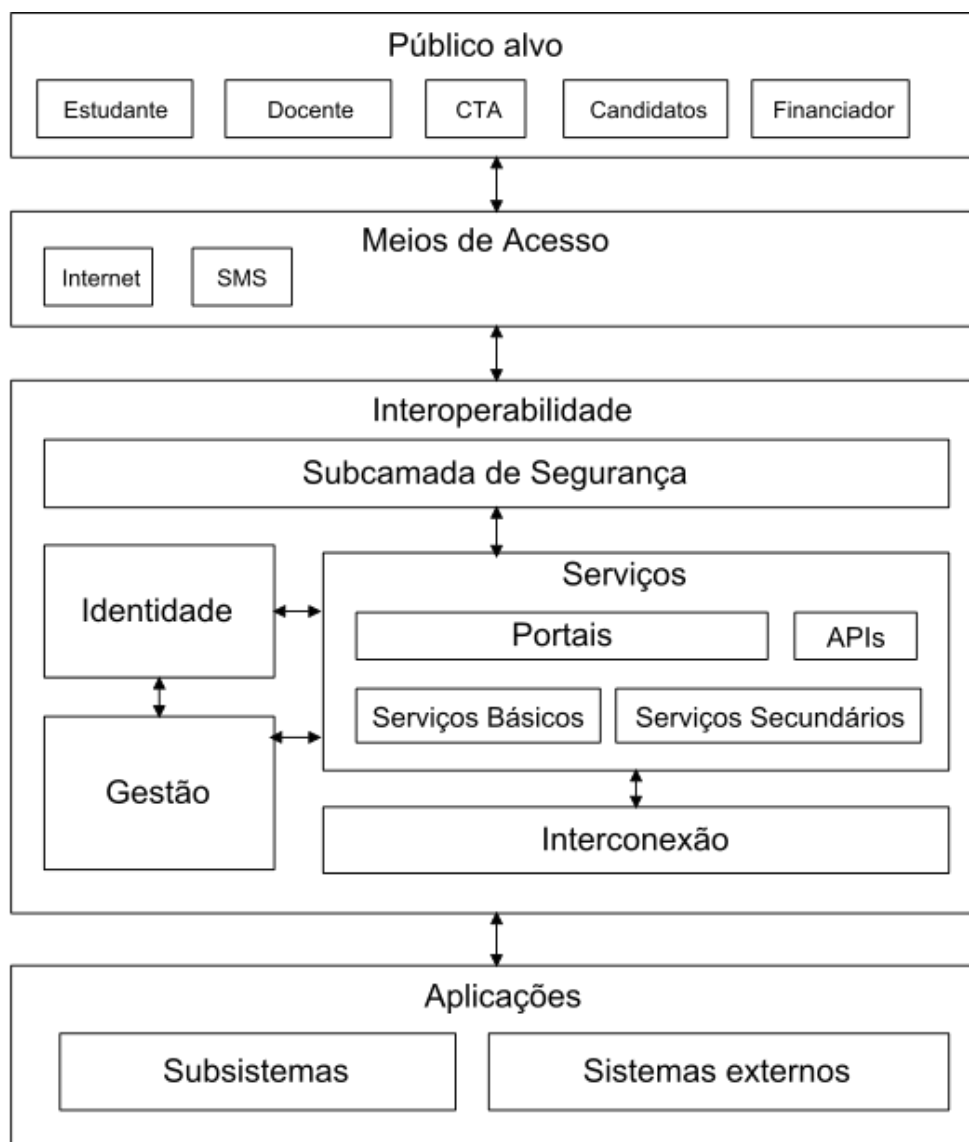


Figura 3-1: Arquitectura da solução proposta.

A Figura 3-1 ilustra a arquitectura proposta de modo a garantir a interoperabilidade entre os subsistemas do eCampus. A mesma é dividida em vários níveis, cada um com preocupações específicas. Os níveis distinguidos são: (a) público-alvo; (b) canais de acesso; (c) interoperabilidade e (d) interconexão com subsistemas.

3.1.1. Camada de público-alvo

Nesta camada deve-se identificar todas as classes de utilizadores do eCampus e suas necessidades, de modo a implementar soluções que vão de acordo com o que os mesmos necessitam. Actualmente pode-se identificar as seguintes classes de utilizadores:

- Estudantes;
- Docentes;
- Corpo Técnico Administrativo;
- Candidatos ao ensino superior;
- Financiadores; e
- Doadores.

3.2.1. Camada de canais de acesso

Neste nível deve-se identificar os canais de acesso usados pelos utilizadores para aceder aos serviços do eCampus. Actualmente os utilizadores recorrem à Internet e SMS.

3.2.2. Camada de Interoperabilidade

A camada de interoperabilidade é o elemento fulcral do presente modelo, pois a mesma é que vai garantir a comunicação entre os subsistemas do eCampus e também irá funcionar como elemento intermediário entre o público-alvo e os subsistemas. Esta camada encontra-se dividida em: (a) subcamada de segurança; (b) subcamada de gestão; (c) subcamada de identidade e (d) subcamada de conexão com os subsistemas.

3.2.2.1. Subcamada de segurança

Esta subcamada da camada de interoperabilidade deverá garantir a segurança no acesso aos serviços do eCampus, nela deve-se, entre outros mecanismos, implementar a autenticação de utilizadores, a autorização de utilizadores, registo de actividades e controlo de tráfego.

3.2.2.2. Subcamada de gestão

Nesta subcamada da camada de interoperabilidade deve-se implementar mecanismos necessários para fazer a gestão do eCampus, entre a lista de mecanismos pode-se encontrar:

- **Gestão do ciclo de vida dos serviços**
- **Gestão da documentação dos serviços**
- **Definição de políticas de acesso aos serviços**

3.2.2.3. Subcamada de identidade

Nesta subcamada da camada de interoperabilidade deve-se implementar todos mecanismos relacionados com a gestão de identidades digitais, a gestão de utilizadores, gestão de perfis de acesso, gestão de privilégios de acesso e mapeamento entre utilizadores e perfis de acesso. A gestão de identidades deve ser feita de forma centralizada, de modo a que seja reutilizada pelos subsistemas, evitando assim a situação de os utilizadores necessitarem de várias credenciais de acesso para aceder os diferentes subsistemas do eCampus.

3.2.2.4. Subcamada de serviços

Nesta subcamada da camada de interoperabilidade deve-se garantir o acesso a serviços por meio de uma interface uniforme. Os serviços disponibilizados podem ser:

- **Serviços internos** – disponibilizados pelos subsistemas do eCampus;
- **Serviços externos** – disponibilizados por sistemas exteriores ao eCampus.

O acesso aos serviços pode ser feito de duas formas, designadamente, através de portais ou através de uma interface de programação. O portal é destinado a utilizadores finais e a interface de programação é destinado a desenvolvedores.

3.2.2.5. Camada de conexão com os subsistemas

Nesta subcamada da camada de interoperabilidade deve-se implementar mecanismos para permitir o roteamento das requisições entre a camada de interoperabilidade e os subsistemas ou sistemas externos que implementam os serviços.

3.2.3. Camada de Aplicações

Nesta camada encontram-se implementados todos os subsistemas do ecampus e também os serviços externos.

3.3. Padrões Técnicos

Tal como referido anteriormente, a adopção de padrões abertos e estabelecidos é um dos requisitos fundamentais para a interoperabilidade no contexto das TIC. É neste contexto, que, primeiro descreve-se um modelo de classificação de especificações e em seguida apresenta-se uma lista não abrangentes de especificações que possam ser usadas na implementação do modelo de interoperabilidade.

3.3.1. Classificação de Padrões

Os padrões técnicos no presente trabalho são classificados de modo similar ao proposto por Chemane, et. al (2009). Chemane et. al (2009) dividem-os em três categorias, designadamente:

- 1. Emergente** - Corresponde a um padrão cuja sua adopção está a ser considerada, pode por sua vez, dividir-se em:

- **Futuro**

Compreende todos os padrões que não estejam actualmente em uso, por quaisquer que sejam os motivos.

- **Avaliado**

Compreende padrões que foram avaliados e aprovados para o uso experimental, mas ainda não encontram-se em uso.

- **Experimentado**

Compreende a um conjunto de padrões que tenham sido implantados num ambiente

controlado, com o objectivo de avaliar a utilidade do padrão.

2. **Corrente** - Inclui padrões que estão a ser actualmente usados, distinguem-se duas categorias, nomeadamente:

- **Possível**

Corresponde a um padrão previamente testado e aprovado, e que possa ser usado, porém, a sua adopção não é obrigatória.

- **Obrigatório**

Corresponde a um padrão que tenha sido oficialmente adoptado, a sua utilização é obrigatória.

3. **Declínio**

Inclui padrões que a sua popularidade e uso estão a cair em declínio. Se um padrão estiver neste estado, nenhum novo serviço, documento, etc, deve adoptá-lo. É usado para manter compatibilidade com serviços previamente existentes e que o adoptam, de forma a permitir uma transição suave à um padrão obrigatório.

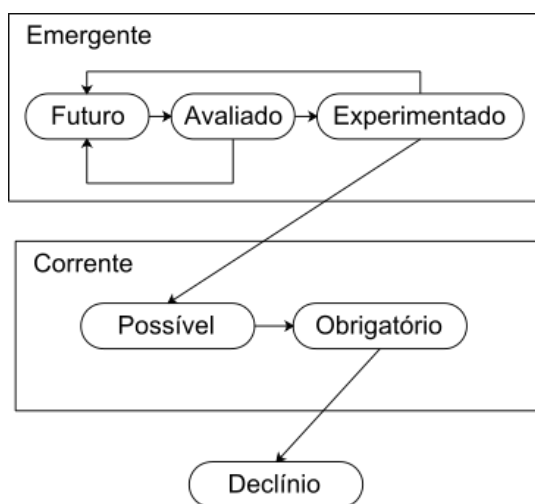


Figura 3-2: Ciclo de vida dos padrões técnicos.

3.3.2. Lista Não Abrangente de Padrões Técnicos

3.3.2.1. Meio de Acesso

Componente	Especificações	Classificação
Internet	IPv4	Obrigatório
Nomes de domínio	DNS	Obrigatório
Segurança	TLS	Obrigatório

3.3.2.2. Interoperabilidade

Componente	Padrão	Classificação
Conunto de caracteres	ASCII	Obrigatório
	UTF-8	Obrigatório
	UTF-16	Obrigatório
Autenticação	OpenID Connect	Possível
	OAuth2	Possível
	SAML	Possível
Dados estruturados	CSV	Obrigatório
	XML	Obrigatório
	JSON	Obrigatório
Hipertexto	HTTP	Obrigatório
Documentos	PDF	Obrigatório
	ODF	Possível
	OOXML	Obrigatório
	TXT	Obrigatório
Compreensão de dados	ZIP	Obrigatório
Segurança	TLS	Obrigatório
Referência de tempo	NTP	Obrigatório

3.4. Funcionamento da Solução Proposta

Como foi mencionado por Munguanze e Tamele (2017), o projecto UEM.eCampus possui actualmente nove (9) subsistemas, implementados durante as fases 0 e 1 e também possui mais três (3) subsistemas a serem implementados na fase actual. Segundo os mesmos autores, um dos objectivos principais da fase actual do projecto é garantir a interoperabilidade entre os subsistemas, e, por isso, existe um trabalho a decorrer em relação ao assunto. Internamente, foram avaliadas duas técnicas de integração, sendo que a primeira consiste no compartilhamento de base de dados e a segunda consiste na troca de mensagens HTTP. A segunda entre as duas técnicas tem melhor apreciação do que a primeira.

No presente trabalho, propõe-se a resolução do problema da ausência de mecanismos automatizados de integração entre os subsistemas do eCampus através da troca

intermediada de mensagens HTTP. É importante referir que a proposta aqui apresentada é uma adaptação do estudo efectuado pelos integrantes do projecto na tentativa de resolver o mesmo problema.

Usando o protocolo HTTP, caso queira disponibilizar-se informações ou processos em um subsistema deve-se implementar uma interface de comunicação para que os outros possam usá-la, detalhes sobre o seu funcionamento são da inteira responsabilidade dos responsáveis pelo subsistema. Deste momento em diante, passa-se a denominar provedor de serviços ao subsistema que forneça informações aos outros e consumidor de serviços ou cliente ao subsistema que requirite informações ou processos.

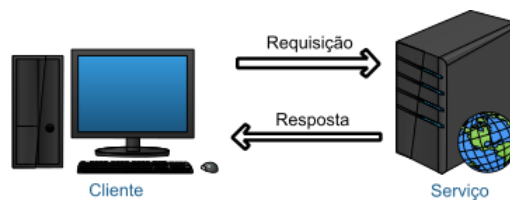


Figura 3-3: Interação entre um cliente e um serviço.

Fonte: Autor

Na perspectiva tecnológica, a solução proposta consiste na combinação dos seguintes elementos: a) gestão de identidades e acessos; b) *gateway* de serviços; e c) gestor de serviços. Todos elementos fazem parte da camada de interoperabilidade descrita na secção anterior.

3.4.1. Gestão de Identidades e Acesso

Harris (2005) define gestão de identidades e acesso como uma colecção de processos e tecnologias usados para gerir identidades digitais e os recursos a elas disponibilizados. O termo Gestão de Identidades e Acesso envolve duas disciplinas, designadamente:

- a) **Gestão de Identidades** - Osmanaglu (2013) define gestão de identidades como um conjunto de pessoas, processos e tecnologias necessários para gerir o ciclo de vida de identidades digitais. As principais funções na gestão de identidades são:
- b) **Gestão de Acesso** - Osmanaglu (2013) define gestão de acesso como um conjunto de processos ou tecnologias para controlar o acesso à informação específica

disponibilizada a uma identidade.

3.4.2. Gateway de Serviços

Gateway de Serviços é um elemento intermediário posicionado entre o cliente e os provedores de serviços, este tem como função receber a requisição efectuada pelo cliente, validá-la, encaminhá-la para o seu devido destino, receber a resposta do provedor de serviços e por fim retorná-la ao cliente. A validação da requisição inclui entre outras, as seguintes actividades: a) autenticação; b) autorização; e c) verificação de limites de tráfego e quotas;

O *gateway* de serviços realiza além da validação, outras operações adicionais, nomeadamente: a) auditoria; e b) mediação entre o formato de dados entre os clientes e os serviços.

A Figura 3-4 ilustra a possibilidade de integração com recurso a um *gateway* de serviços, possibilitando a centralização de aspectos comuns a todos os serviços.

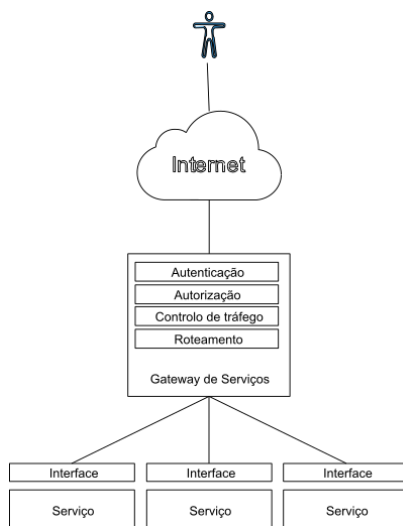


Figura 3-4: Integração de serviços com recurso ao gateway de serviços.

Fonte: Autor

3.4.3. Gestão de Serviços

A gestão de serviços é usada em conjunto ao *gateway* de serviços como o elemento que controla a forma como último funciona, corresponde à subcamada de gestão da arquitectura descrita anteriormente, entre as responsabilidades do gestor de serviços tem-se a gestão

do ciclo de vida serviço, definição de políticas de acesso aos serviços e disponibilização de relatórios de monitorização de tráfego.

De forma resumida, a solução para os problemas levantados no âmbito da realização do presente trabalho envolve os seguintes elementos:

- a) Cliente;
- b) Sistema de Gestão de Identidades e Acessos;
- c) Gateway de Serviços;
- d) Sistema de Gestão de Serviços; e
- e) Serviço;

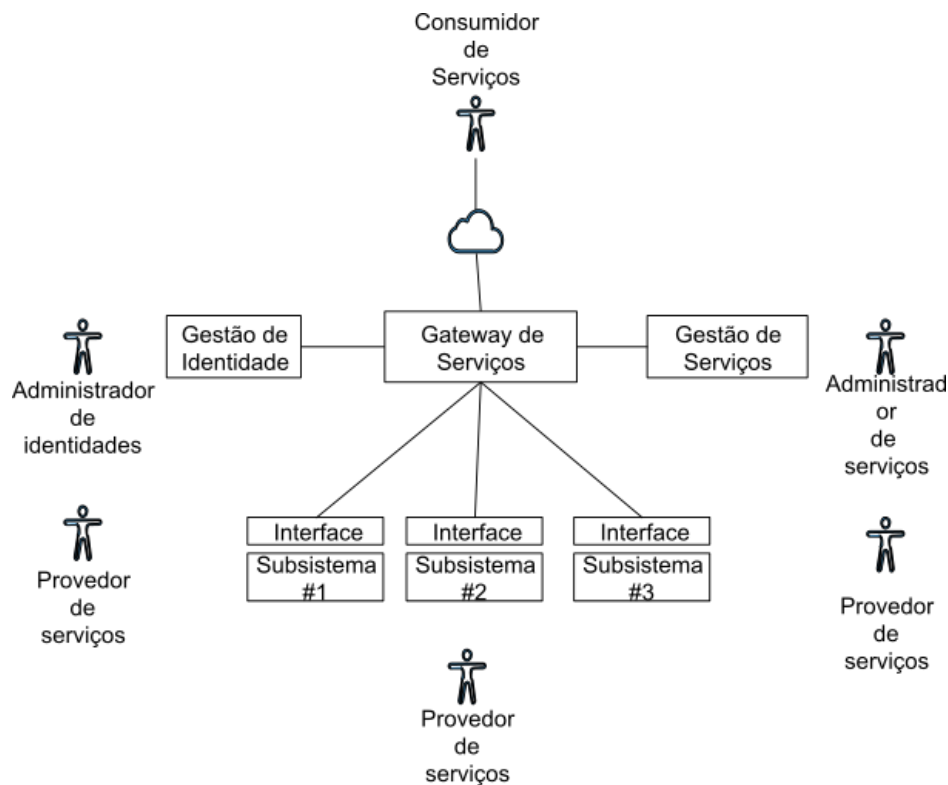


Figura 3-5: Visão geral da proposta de solução.

Fonte: Autor

4. Modelação da Proposta de Solução

4.1. Requisitos

Segundo Bourque e Fairly (2014), requisito de *software* é uma propriedade que deve ser

exibida por algo de forma a resolver um problema do mundo real. Os mesmos autores afirmam que os requisitos podem ser funcionais ou não funcionais.

4.1.1. Prioridade

Wieggers e Beatty (2013) apresentam um modelo de priorização de requisitos baseado em duas dimensões: a) importância; e b) urgência. Usando este método, numa das dimensões os requisitos podem ser considerados como sendo importantes ou não para atingir os objectivos de negócio e noutra podem ser considerados urgentes ou não. A tabela ilustra as quatro (4) combinações das alternativas são usadas para definir a prioridade do requisito.

Tabela 4-1: Matriz de priorização de requisitos.

Fonte: Wieggers e Beatty (2013)

	Importante	Não Importante
Urgente	Prioridade alta	Não implementar
Não urgente	Prioridade média	Prioridade baixa

- a) **Prioridade alta** – requisitos que sejam simultaneamente importantes (os stakeholder necessitam que sejam implementados) e urgentes (devem ser implementados o mais rápido possível).
- b) **Prioridade média** – requisitos que sejam importantes (os *stakeholders* necessitam que sejam implementados) mas não urgentes (a sua implementação pode ser adiada sem causar prejuízos).
- c) **Prioridade baixa** – requisitos que não sejam nem importantes e nem urgentes.
- d) Requisitos que aparentem ser urgentes para o stakeholder mas que não contribuam para o alcance dos objectivos do negócio nunca devem ser implementados.

4.1.2. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem funções que o *software* deve executar, estes são algumas vezes denominados capacidades ou funcionalidades Bourque e Fairley (2014). Os requisitos funcionais podem ser descritos também como requisitos aos quais um conjunto finito de passos pode ser usado para validar o seu comportamento.

Os requisitos funcionais são apresentados no formato proposto nos documentos **IEEE Std**

830:1998 e IEEE Std 29148:2011. Os requisitos funcionais estão identificados da seguinte forma **RFX.YZ**, onde **X** identifica o módulo e **YZ** identificam o requisito.

Nas tabelas a seguir lista-se o conjunto de requisitos associados à solução. Os requisitos estão divididos em três partes.

Tabela 4-2: Requisitos funcionais relacionados à gestão de utilizadores.

Identificação	Descrição	Prioridade
RF0.01	O sistema deverá permitir que sejam registados utilizadores	Alta
RF0.02	O sistema deverá permitir que sejam registados perfis de utilizadores	Alta
RF0.03	O sistema deverá permitir que sejam registadas permissões de acesso	Alta
RF0.04	O sistema deverá permitir que utilizadores sejam associados a perfis	Alta
RF0.05	Todos os utilizadores do sistema deverão ser autenticados e autorizados para qualquer que seja a acção que desejem efectuar.	Alta

Tabela 4-3: Requisitos funcionais relacionados à gestão de serviços.

Identificação	Descrição	Prioridade
RF1.01	O sistema deverá permitir que o provedor de serviços registre serviços	Alta
RF1.02	O sistema deverá permitir que o provedor de serviços configure o funcionamento do serviço	Alta
RF1.03	O sistema deverá permitir que o provedor de serviços actualize o serviço	Média
RF1.04	O sistema deverá permitir que o administrador de serviços aprove a publicação de um serviço	Alta
RF1.05	O sistema deverá permitir que o provedor de serviços disponibilize a documentação do serviço	Média
RF1.06	O sistema deverá permitir que o consumidor de serviço subscreva-se para que tenha acesso aos serviços	Alta

Tabela 4-4: Requisitos funcionais relacionados ao *gateway* de serviços.

Identificação	Descrição	Prioridade
RF2.01	O sistema deverá permitir que requisições sejam encaminhadas aos respectivos serviços	Alta
RF2.02	O sistema deverá permitir que as requisições sejam autenticadas	Alta
RF2.03	O sistema deverá permitir que a autorização das requisições seja delegada aos respectivos serviços	Média
RF2.04	O sistema deverá permitir que seja verificada a taxa de acesso a um serviço	Média
RF2.05	O sistema deverá permitir que os acessos aos sejam auditados	Média

4.1.3. Requisitos Não Funcionais

Requisitos não funcionais são requisitos que existem para restringir a solução, estes são algumas vezes denominados restrições ou requisitos de qualidade (Bourque & Fairley, 2014). Entre as possíveis classificações dos requisitos não funcionais encontram-se, requisitos de performance, requisitos de manutenibilidade, requisitos de segurança, requisitos de confiabilidade e requisitos de interoperabilidade.

Os requisitos não funcionais são apresentados no formato proposto nos documento **IEEE Std 830:1998** e **IEEE Std 29148:2011**. Os requisitos não funcionais estão identificados da seguinte forma **RNFX.YZ**, onde **X** identifica o módulo e **YZ** identificam o requisito.

Tabela 4-5: Requisito de Portabilidade

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF0.01	O Sistema deverá estar acessível a partir de qualquer navegador compatível com HTML5.	Alta
RNF0.02	O Sistema deverá possibilitar a sua implantação nos seguintes sistemas operativos: Windows, Linux e *BSD.	Alta

Tabela 4-6: Requisitos de Segurança.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF1.01	Todo o tráfego entre os módulos da solução (gestão de identidade, gestão de serviços e <i>gateway</i> de serviços) deve	Alta

Identificação	Descrição	Prioridade
	ser criptografado	
RNF1.02	O Sistema deverá fornecer mecanismos para que todos utilizadores do sistema sejam autenticados	Alta
RNF1.03	O Sistema deverá permitir que uma determinada acção seja efectuada somente por utilizadores que tenham permissões para tal	Alta
RNF1.04	O Sistema deverá registar todas as tentativas de realização de actividades ilegais para posterior auditoria	Alta
RNF1.05	O Sistema deverá fornecer mecanismos de verificação de identidade	Alta

Tabela 4-7: Requisitos de Usabilidade.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF2.01	O Sistema deverá apresentar uma interface fácil de usar em conformidade com o padrão ISO 9241	Média

Tabela 4-8: Requisitos de Confiabilidade

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF3.01	À medida do possível, o sistema deve evitar a perda de dados	Média
RNF3.02	O sistema deverá fornecer mecanismos de recuperação de dados	Média
RNF3.03	O sistema deverá estar disponível no mínimo a 95% do tempo	Média
RNF3.04	Deve-se especificar meios alternativos para que o UEM.ecampus continue a funcionar mesmo que o sistema proposto no presente trabalho fique indisponível	Média

Tabela 4-9: Requisitos de processo de desempenho.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF4.01	O Sistema deverá permitir, no mínimo 100, transacções concorrentes por minuto	Alta

4.2. Modelo de Casos de Uso

Segundo Bittner e Spence (2002) o modelo de casos de uso consiste no conjunto de todos os casos de uso, actores e associações entre eles, o modelo de casos de uso é usado para descrever um sistema particular.

O modelo de casos de uso descreve um sistema em termos de sua utilização, podendo ser visto de forma formal ou informal. A perspectiva formal ilustra todas as formas possíveis de usar um sistema e a perspectiva informal ilustra as formas mais significativas ao invés de todas.

O modelo de casos de uso é constituído fundamentalmente por dois elementos, designadamente: a) actores; e b) casos de uso.

4.2.1. Actores

Um actor é um papel que uma pessoa ou um sistema diferente pode desempenhar ao interagir com o sistema Bittner e Spence (2002). Esta definição deixa bem claro que um actor pode ser um utilizador humano ou não.

A tabela a seguir lista os actores do sistema proposto no presente trabalho.

Tabela 4-10: Lista de actores

Código	Nome	Descrição
A01	Administrador de Identidade	Indivíduo responsável pela gestão de utilizadores, papéis e permissões de acesso
A02	Administrador de Serviços	Indivíduo responsável pela aprovação de requisição de criação de serviços e clientes
A03	Consumidor de Serviços	Indivíduo responsável pela requisição de criação de clientes
A04	Provedor de Serviços	Indivíduo responsável pela criação, configuração e publicação de serviços
A05	Utilizador genérico	Qualquer utilizador do sistema

4.2.2. Casos de Uso

Segundo Bittner e Spence (2002), um caso de uso descreve como um actor usa um determinado sistema para atingir um objectivo e o que o sistema faz para que o actor atinja

tal objectivo. O caso de uso ilustra como o sistema e o actor colaboram entre si para entregar algo de valor para pelo menos um dos actores.

Nas tabelas a seguir lista-se os casos de uso do sistema proposto no presente trabalho, os mesmo relacionados aos três módulos a apresentados anteriormente.

Módulo 1: Gestão de Identidade

Tabela 4-11: Lista de casos de uso relacionados à gestão de identidades.

Código	Actores	Nome	Requisitos Associados
UC0.01	A01	Gerir utilizador	RF0.01
UC0.02	A01	Gerir perfis de utilizador	RF0.02
UC0.03	A01	Gerir permissões de acesso	RF0.03
UC0.04	A01	Associar utilizadores a perfis	RF0.04
UC0.05	A01	Associar perfis às permissões de acesso	RF0.03
UC0.06	A01	Restringir acesso ao utilizador	RF0.05
UC0.07	A05	Autenticar	RF0.05
UC0.08	A05	Confirmar identidade	

Módulo 2: Gestão de Serviços

Tabela 4-12: Lista de casos de uso relacionados à gestão de serviços.

Código	Actores	Nome	Requisitos Associados
UC1.01	A04	Gerir serviços	RF1.01
UC1.02	A04	Gerir grupos de trabalho	
UC1.03	A04	Gerir membros dos grupos	
UC1.04	A04	Configurar serviços	RF1.02
UC1.05	A04	Testar serviços	RF1.02
UC1.06	A04	Requisitar publicação do serviço	RF1.04
UC1.07	A02	Aprovar publicação do serviço	RF1.04
UC1.08	A03	Requisitar subscrição ao serviço	RF1.06
UC1.09	A02	Aprovar subscrição ao serviço	RF1.06
UC1.10	A04	Adicionar documentação do serviço	RF1.05
UC1.11	A03	Aceder a documentação do serviço	RF1.05
UC1.12	A04	Aceder relatórios de tráfego do serviço	RF2.05

4.2.3. Diagramas de Casos de Uso'

Módulo de Gestão de Identidade

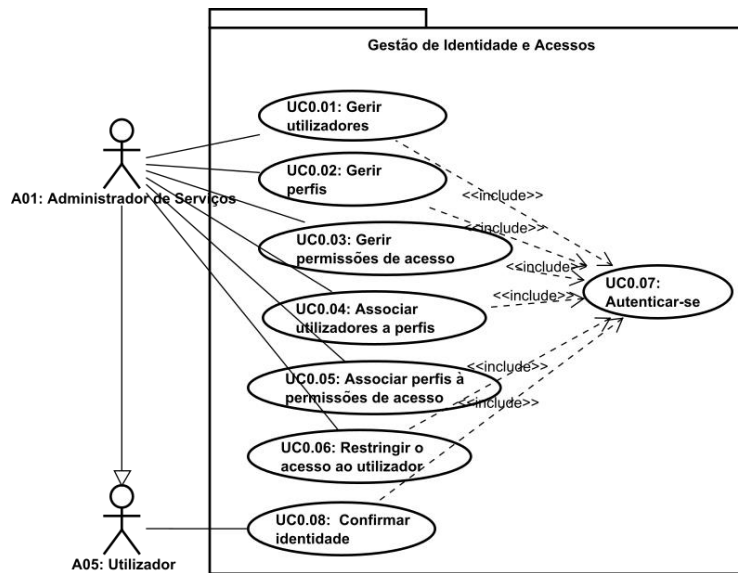


Figura 4-1: Diagrama de casos de uso relacionados à gestão de identidades.

Fonte: Autor

Módulo de Gestão de Serviços

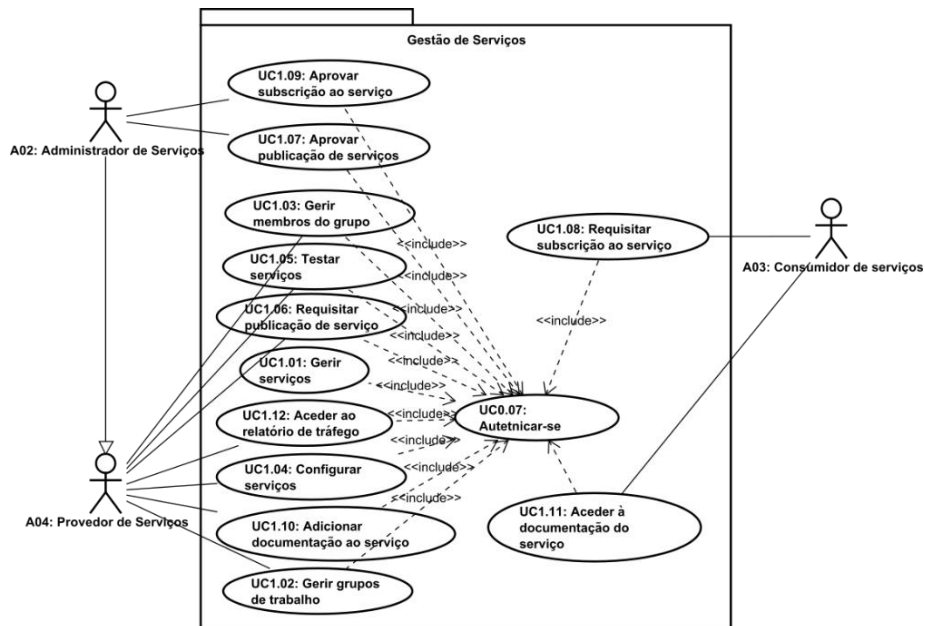


Figura 4-2: Diagrama de casos de uso relacionado à gestão de serviços.

Fonte: Autor

5. Discussão de Resultados

5.1. Identificação do Problema

A elaboração do presente trabalho partiu vários pressupostos, apresentados na identificação do problema, dentre eles, encontram-se: (i) a UEM apoiava-se no uso de TIC para satisfazer a crescente demanda aos seus serviços e (ii) existência de vários actores no desenvolvimento de Sistemas de Informação para o uso na universidade.

O primeiro pressuposto provou-se verdadeiro, e o mesmo é apontado na política de informática da UEM.

O segundo pressuposto provou-se parcialmente verdadeiro, pois, apesar de as unidades orgânicas gozarem de independência no desenvolvimento nota-se que, actualmente, todos os subsistemas do **eCampus** são produzidos pelo CIUEM com a excepção do SIGA que é produzido pela DRA, porém, Munguanaze e Tamele (2017) mencionam a possibilidade de inclusão no desenvolvimento do projecto às demais unidades orgânicas, só que para tal, precisa-se resolver questões relacionadas com a integração e a interoperabilidade entre os subsistemas.

A identificação do problema constituiu a primeiro e o mais importante marco para a realização do presente trabalho.

5.2. Revisão de Literatura

A revisão de literatura visou, primeiro, abordar a utilização de TIC no seio da UEM apresentando a sua história, iniciativas desenvolvidas ao longo do tempo e os principais desafios encontrados. Depois, abordou-se conceitos teóricos tais como, a interoperabilidade, a integração e a importância de padrões abertos no contexto da interoperabilidade. Na visão de literatura pôde-se observar que a interoperabilidade é muito mais do que um problema tecnológico e para que haja sucesso na sua implementação esta deve ser tratada como tal.

5.3. Proposta de Solução

A solução para os problemas identificados no presente trabalho consistiu, primeiro na elaboração da arquitectura de interoperabilidade, na qual identificou-se os seguintes elementos: (a) público-alvo; (b) meios de acesso; (c) camada de interoperabilidade; e (d) camada de serviços. Onde cada elemento tem responsabilidades próprias no contexto da interoperabilidade. Após à elaboração da arquitectura descreveu-se um modelo de padrões técnicos que deve ser usados para auxiliar a decisão sobre que padrões usar na implementação do modelo de interoperabilidade bem como o ciclo de vida de adopção dos padrões, seguindo-se uma lista não abrangente de padrões técnicos para efeitos ilustrativos. Por fim descreveu-se o funcionamento da solução proposta, a qual é baseada em três pilares descritos na proposta de solução, nomeadamente: (a) gestão de identidades e acessos; (b) gestão de serviços; e (c) *gateway* de serviços. Na proposta de solução enfatiza-se o facto de a solução focar somente no aspecto da tecnologia.

6. Conclusões e Recomendações

6.1. Constrangimentos

A colecta de dados, tanto para validar e aprofundar o problema identificado, quanto para descobrir necessidades foi condicionada à disponibilidade dos responsáveis por cada subsistema. Assim sendo, não foi possível entrevistar todos os responsáveis pelos subsistemas, o que limita entendimento do problema e da solução à visão dos que foram entrevistados, entretanto, a disponibilização de documentos do projecto contribuiu para a minimização das consequências deste facto, pois, a maioria das questões encontra-se lá respondida.

6.2. Conclusões

Os objectivos do presente trabalho foram alcançados, pois, foi possível, na revisão de literatura, abordar a questão da utilização das TIC no seio da UEM, apresentando a sua história, iniciativas desenvolvidas ao longo do tempo, desafios encontrados e perspectivas para o futuro. Foi também possível abordar conceitos teóricos importantes no contexto do trabalho que, de certa forma contribuíram para a elaboração da proposta, tais conceitos são, a interoperabilidade, a integração e o papel desempenhado pelos padrões abertos no contexto da interoperabilidade.

Ainda na revisão de literatura apresentou-se projecto eCampus, e, dentre outras informações, descreveu-se os principais subsistemas do projecto eCampus, seus objectivos, sua história, sua evolução e intervenientes tal como proposto nos objectivos do trabalho.

Para satisfazer as necessidades de interoperabilidade entre os subsistemas do eCampus, elaborou-se uma proposta de solução baseada no modelo usado por Chemane, et. al (2009), o qual aborda a interoperabilidade de forma holística e não meramente técnica. Na proposta de solução apresenta-se ainda um modelo de classificação e de ciclo de vida de adopção de padrões, seguindo-se a lista de padrões técnicos que possam ser usados na implementação do modelo. Pode-se afirmar que a proposta de solução vai de acordo com o proposto nos objectivos, pois a mesma é contextualizada à realidade da UEM e às práticas internacionais.

Por fim, até a finalização do presente documento, a implementação do protótipo funcional encontra-se em uma fase avançada, carecendo apenas de testes para a sua validação.

6.3. Recomendações

Tal como mencionado na revisão de literatura, a interoperabilidade entre sistemas de informação pode ser vista tanto do ponto de vista tecnológico, quanto do ponto de vista de negócio. O presente trabalho focou-se apenas no ponto de vista tecnológico, isso não significa que o ponto de vista de negócio não seja importante, porém, é necessário primeiro resolver aspectos tecnológicos, pois os mesmos constituem a fundamentação básica para integração de quaisquer sistemas de informação, e posteriormente focar nos aspectos de negócio.

Recomenda-se que pesquisas posteriores dediquem-se mais nos restantes níveis de interoperabilidade.

Recomenda-se também, que seja elaborada, o mais rápido quanto possível, a visão global do projecto eCampus, pois, como pôde-se comprovar, muitos dos problemas constatados no eCampus devem-se à sua ausência. Acompanhado a este facto, deve-se dedicar mais esforços para resolver o problema da ausência de interoperabilidade, tanta quanto dedica-se no desenvolvimento dos subsistemas.

Bibliografia

Referências Bibliográficas

1. Bila, F. et al., 2015. *Plano de Acção do UEM.eCampus - Sistema Integrado de Gestão Universitária*. Maputo: s.n.
2. Bittner, K. & Spence, I., 2002. *Use Case Modeling*. s.l.:Addison-Wesley Professional.
3. Bourque, P. & Fairley, R., 2014. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - Version 3*. s.l.:IEEE Computer Society.
4. Brown, L., 2000. *Integrationn Models: Templates for Business Transformations*. s.l.:SAMS.
5. Comissão Europeia, 2004. *European Interoperability Framework for Pan-European e-Government Services*, s.l.: IDABC.
6. Duke, S., Makey, P. & Kiras, N., 1999. *Aplication Integration management Guide: Strategies and Technologies*. s.l.:Bulter Group Limited.
7. Fielding, R. et al., 1999. *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1*, s.l.: The Internet Society.
8. Fielding, R. & Reschke, J., 2014. *Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Syntax and Routing*, s.l.: Internet Engineering Task Force.
9. Fielding, R. T., 2000. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*, University of California, Irvine: s.n.
10. Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T., 2009. *Métodos de Pesquisa*, s.l.: s.n.
11. Harris, S., 2005. *CISSP All-in-One Exam Guide*. 3 ed. s.l.:s.n.

12. Hasselbring, W., 2000. *Information Systems Integration*. s.l., Communications of the ACM.
13. Hohpe, G. & Woolf, B., 2003. *Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*. s.l.:Addison-Wesley.
14. ITU, 2005. *Definition of "Open Standards"*. [Online]
Available at: www.itu.int/en/ITU-T/ipr/Pages/open.aspx
[Acedido em 21 07 2017].
15. Lallana, E., 2008. *e-Government Interoperability*, s.l.: UNDP.
16. Linthicum, D., 1999. *Enterprise Application Integration*. s.l.:Addison-Wesley Professional.
17. Losavio, M., Ortega, D. & Perez, M., 2002. *Modelling EAI*. s.l., Chilean Computer Science Society.
18. Munguanaze, M., 2015. *UEM.eCampus. Operacionalização do Despacho do Vice-Reitor*. Maputo: s.n.
19. Munguanaze, M. & Tamele, Y., 2017. *UEM.eCampus: Sistema Integrado de Gestão Universitária - Fase 2*. Maputo: s.n.
20. Novakousk, M. & Lewis, G., 2012. *Interoperability in the eGovernment Context*, s.l.: Software Engineering Institute.
21. Osmanaglu, E., 2013. *Identity and Access Management System: Business Performance through Connected Intelligence*. s.l.:Elsevier Science.
22. Samtani, G., Healey, M. & Samtani, S., 2002. *B2B Integração: A Pratical Guide to Collaborative E-Commerce*. s.l.:Imperial College Press.
23. Thermistocteous, M. & Irani, Z., 2002. *Towards a Novel Framework for Assessment of Enterprise Application Integration Packages*. s.l., IEEE Computer Society.

24. Todd, D. & Poduval, A., 2001. *Do More With SOA Integration: Best of Packt*. s.l.:Packt Publishing.
25. Universidade Eduardo Mondlane, 2006. *Plano Estratégico de ICTs da Universidade Eduardo Mondlane*, s.l.: s.n.
26. Universidade Eduardo Mondlane, 2015. *eCampus*. [Online]
Available at: <http://ecampus.uem.mz>
[Acedido em 02 June 2017].
27. Universidade Eduardo Mondlane, 2015. *UEM.eCampus*. [Online]
Available at: <http://ecampus.uem.mz/>
[Acedido em 13 May 2017].
28. Wieggers, K. & Beatty, J., 2013. *Software Requirements*. 3 ed. s.l.:Microsoft Press.

Anexos

Anexo 1: Guiões das Entrevistas

Entrevista ao Coordenador Geral do Projecto eCampus

1. O que é o UEM.eCampus?

2. Como e quando surgiu o projecto?

3. Quais são os objectivos do projecto?

4. Que necessidades específicas visa resolver o projecto?

5. Quais são os subsistemas do projecto?
 - 5.1. Quem são os responsáveis pelos mesmos?

 - 5.2. Quem são os destinatários dos mesmos?

 - 5.3. Que problema visa-se resolver visa-se resolver?

6. Existe dados/informações/serviços que devem ser partilhados entre os subsistemas? Se sim quais são?

6.1. Que abordagens usa-se para partilhar tais dados/informações/serviços?

6.2. As abordagens mencionadas são eficazes? Se não, que problemas apresentam?

6.3. Existem iniciativas correntes para resolver tais problemas? Se sim, quais são e em que estágio de desenvolvimento encontram-se?

7. Espera-se que o projecto cresça e o número de subsistemas aumente? Se sim, pode explicar o processo de introdução de um subsistemas ao projecto?

7.1. Unidades orgânicas externas à CIUEM podem contribuir no projecto? Se sim, que procedimentos devem tomar para tal?

Entrevistas aos Responsáveis por Cada Subsistema do eCampus

1. Qual é o nome do subsistema do UEM.eCampus em que está envolvido?
2. Que problema visa o subsistema resolver?
3. Que entidades estão envolvidas no subsistema e que papel as mesmas desempenham?
4. Quais são os subsistemas que dependem deste?
5. Que dados ou informações tais subsistemas necessitam?
6. Como os subsistemas obtêm tais dados ou informações?
7. De que subsistemas este depende?
8. Que dados ou informações este subsistema necessita de outros?
9. Como este subsistema obtém tais dados ou informações?
10. Quais são os procedimentos que precisam tomar para obter tais dados ou informações?
11. Quais são as dificuldades que nota em relação aos procedimentos?

12. Quais são os constrangimentos relacionados à integração na perspectiva dos utilizadores?

13. Quais são os constrangimentos relacionados à integração na perspectiva dos implementadores?

14. Quais são os constrangimentos relacionados à integração na perspectiva dos desenvolvedores?

Anexo 2: Especificação de Casos de Uso

Gerir serviços

Tabela A2 - 1: Especificação do caso de uso UC1.01

Designação	Gerir serviços
Referência	UC1.01
Actor	Provedor de serviços
Objectivo	Registar, editar e remover serviços
Pré-condições	O actor deve estar autenticado e deve possuir permissão para registar serviço
Fluxo de eventos	Fluxo principal: Registar serviço <ol style="list-style-type: none">1. O actor dirige-se à página destinada a desenvolvedores;2. O actor selecciona no menu a opção “serviços” ;3. O actor selecciona a opção para registar um novo serviço;4. Um formulário de registo de serviços é apresentado;5. O actor introduz os dados do serviço e submete o formulário;6. O actor é redireccionado à página de configuração do serviço.
Pós-condição	O serviço registado deve estar visível somente ao proprietário.

Configurar serviço

Tabela A2 - 2: Especificação do caso de uso UC1.04

Designação	Configurar serviços
Referência	UC1.04
Actor	Provedor de serviços
Objectivo	Definir o comportamento do serviço
Pré-condições	O actor deve estar autenticado e deve ser proprietário do serviço
Fluxo de eventos	Fluxo principal: Configurar serviço <ol style="list-style-type: none">1. O actor dirige-se à página de administração do serviço;2. O actor selecciona a opção de configurações;3. Um formulário de múltiplas etapas é apresentado para a configuração do serviço;4. O actor preenche e submete o formulário;5. O actor é redireccionado à página de testagem do serviço;
Pós-condição	O serviço deve estar pronto para ser testado

Testar serviço

Tabela A2 - 3: Especificação do caso de uso U1.05.

Designação	Testar serviço
Referência	UC1.05
Actor	Provedor de serviços
Objectivo	Verificar se o comportamento do serviço está de acordo com o requerido
Pré-condições	1. O actor deve estar autenticado e deve possuir permissão para registar serviço; 2. O serviço deve estar previamente configurado.
Fluxo de eventos	Fluxo principal: Testar serviço 1. O actor dirige-se à página de administração do serviço; 2. O actor selecciona a opção “Testagem”; 3. O actor realiza os testes sugeridos.
Pós-condição	O serviço deve estar pronto para a publicação

Requisitar publicação do serviço

Tabela A2 - 4: Especificação do caso de uso UC1.06.

Designação	Requisitar publicação do serviço
Referência	UC1.06
Actor	Provedor de serviços
Objectivo	Enviar ao administrador de serviços um pedido de publicação do serviço
Pré-condições	O actor deve estar autenticado e o serviço deve ter sido validado
Fluxo de eventos	Fluxo principal: Requisitar publicação do serviço 1. O actor dirige-se à página de administração do serviço em questão; 2. O actor selecciona a opção “publicar o serviço”; 3. Um pedido é enviado ao administrado de serviços.
Pós-condição	O serviço registado deve aguardar a aprovação do pedido para que esteja disponível à terceiros.

Aprovar a publicação de serviços

Tabela A2 - 5: Especificação do caso de uso U1.07

Designação	Aprovar a publicação de serviços
Referência	UC1.07
Actor	Administrador de serviços
Objectivo	Validar o pedido de publicação do serviço para que este esteja disponível para o consumo
Pré-condições	O actor deve estar autenticado
Fluxo de eventos	Fluxo principal: Registrar serviço <ol style="list-style-type: none">1. O actor dirige-se à página de administração de serviços;2. Os actores seleccionam a opção “pedidos de publicação”;3. O actor testa se o serviço comporta-se da forma como foi especificado;4. O actor aceita ou nega o pedido de publicação. Em caso de negação deve especificar o motivo;
Pós-condição	<ol style="list-style-type: none">1. O serviço deve estar disponível ao consumo em caso de aceitação do pedido;2. O provedor do serviço em questão deve ser notificado em caso de negação.

Anexo 3: Modelo Conceptual

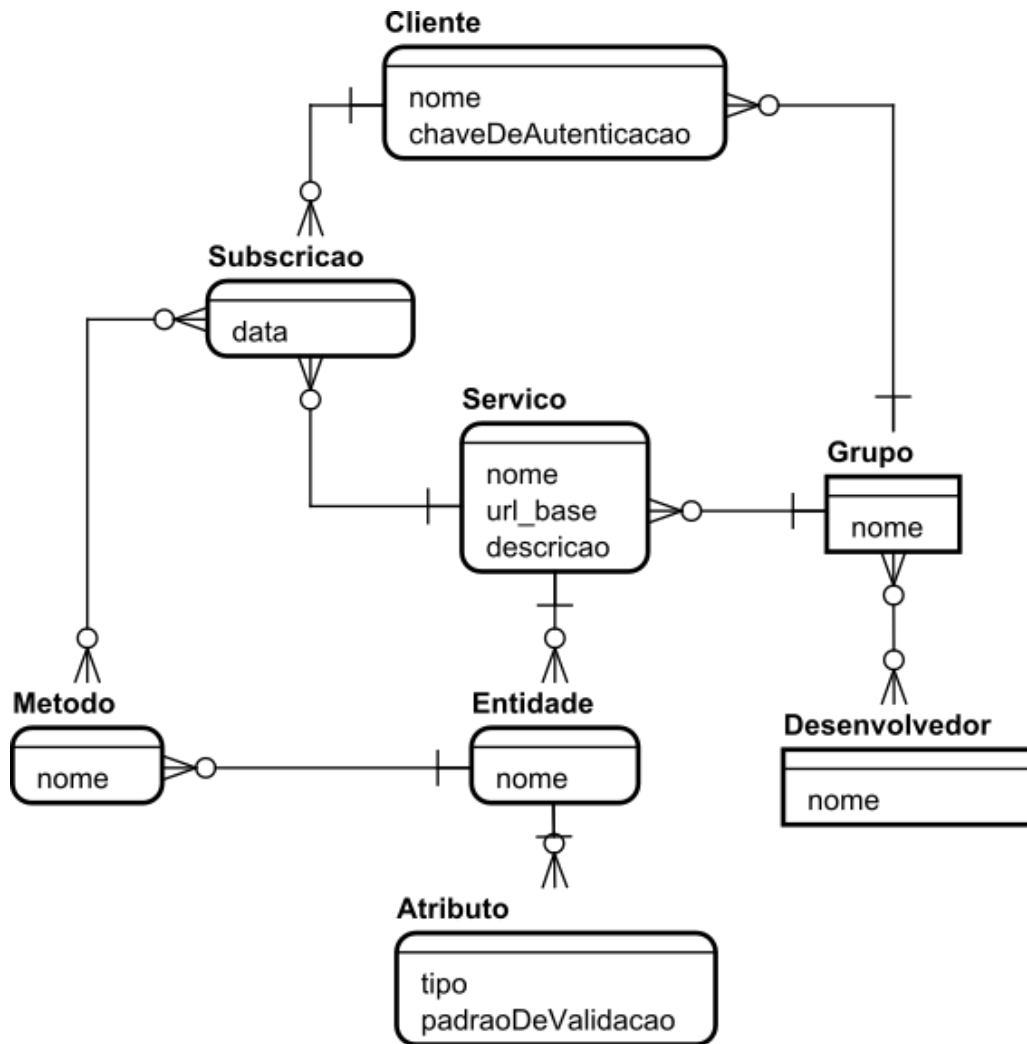


Figura A3 - 1: Modelo conceptual do gestor de serviços.

Anexo 4: Diagrama de Classes

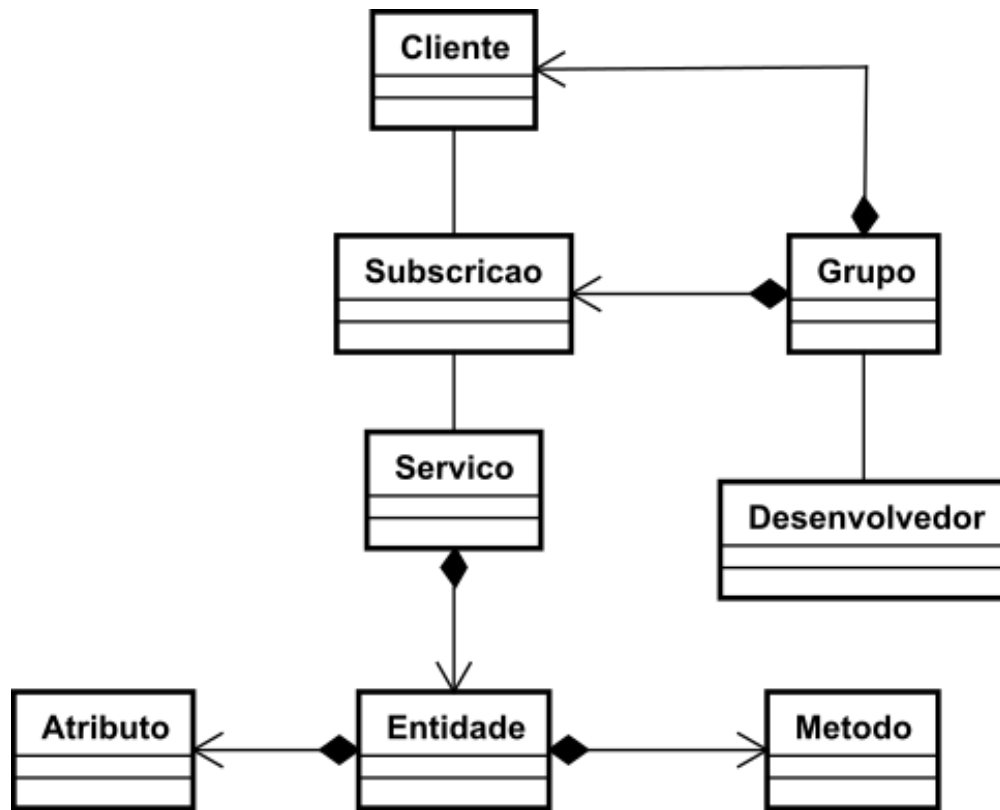


Figura A4 - 1: Diagrama de classes do gestor de serviços.

Anexo 5: Diagrama de Implantação

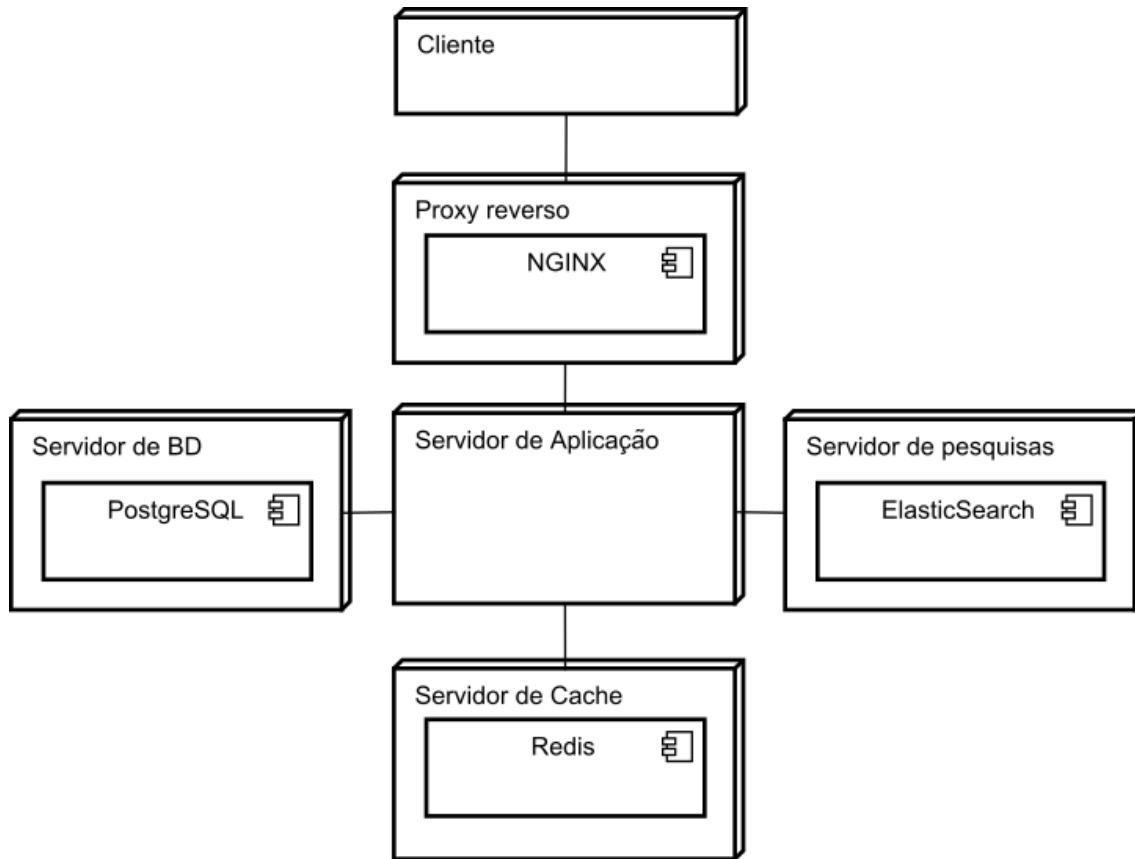


Figura A5 - 1: Diagrama de implantação.

Anexo 6: Interfaces do Utilizador

Registrar Serviço

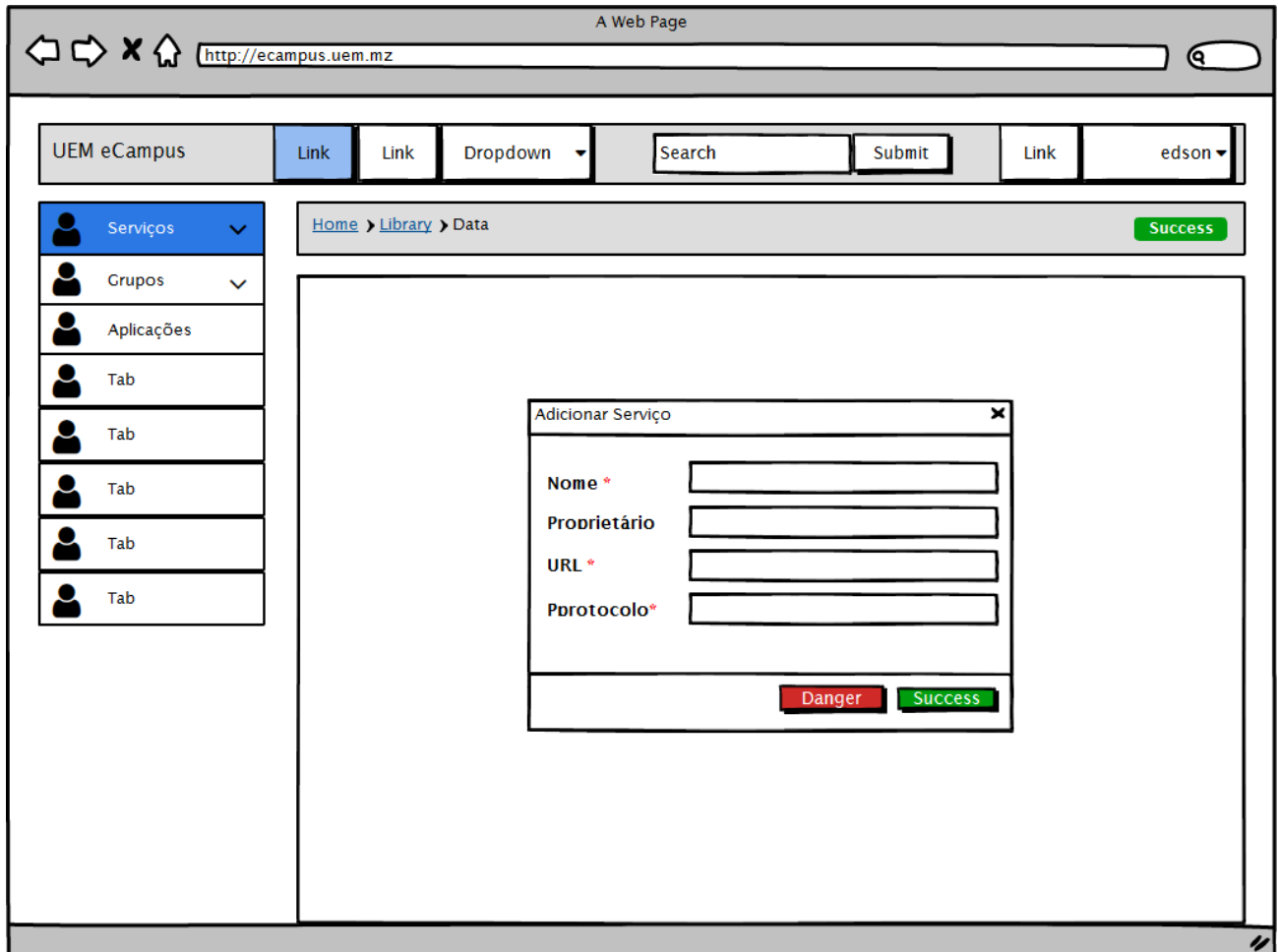


Figura A6 - 1: Interface para registar serviços.

Lista de Serviços

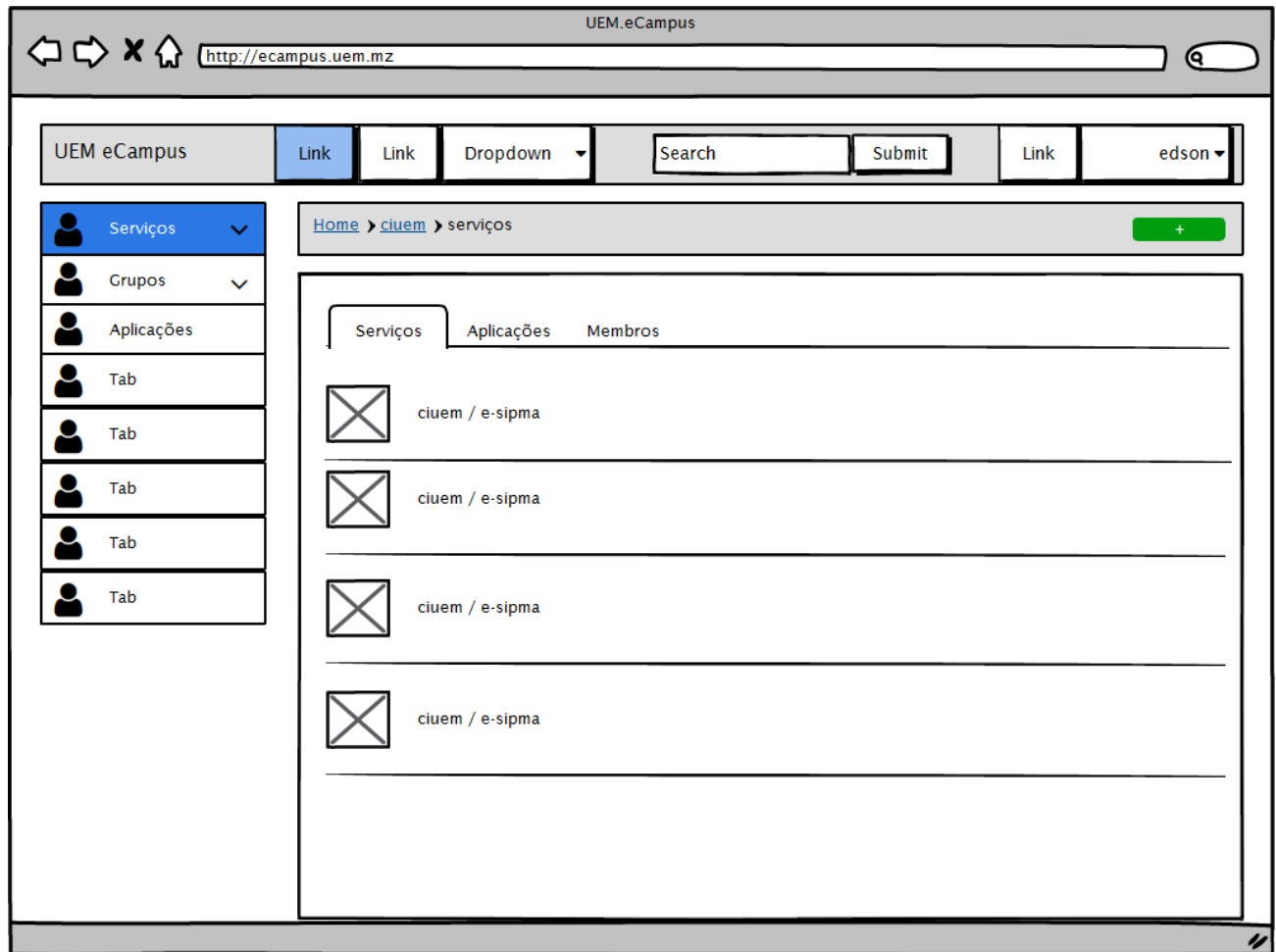


Figura A6 - 2: Interface da lista de serviços.

Detalhes do Serviço

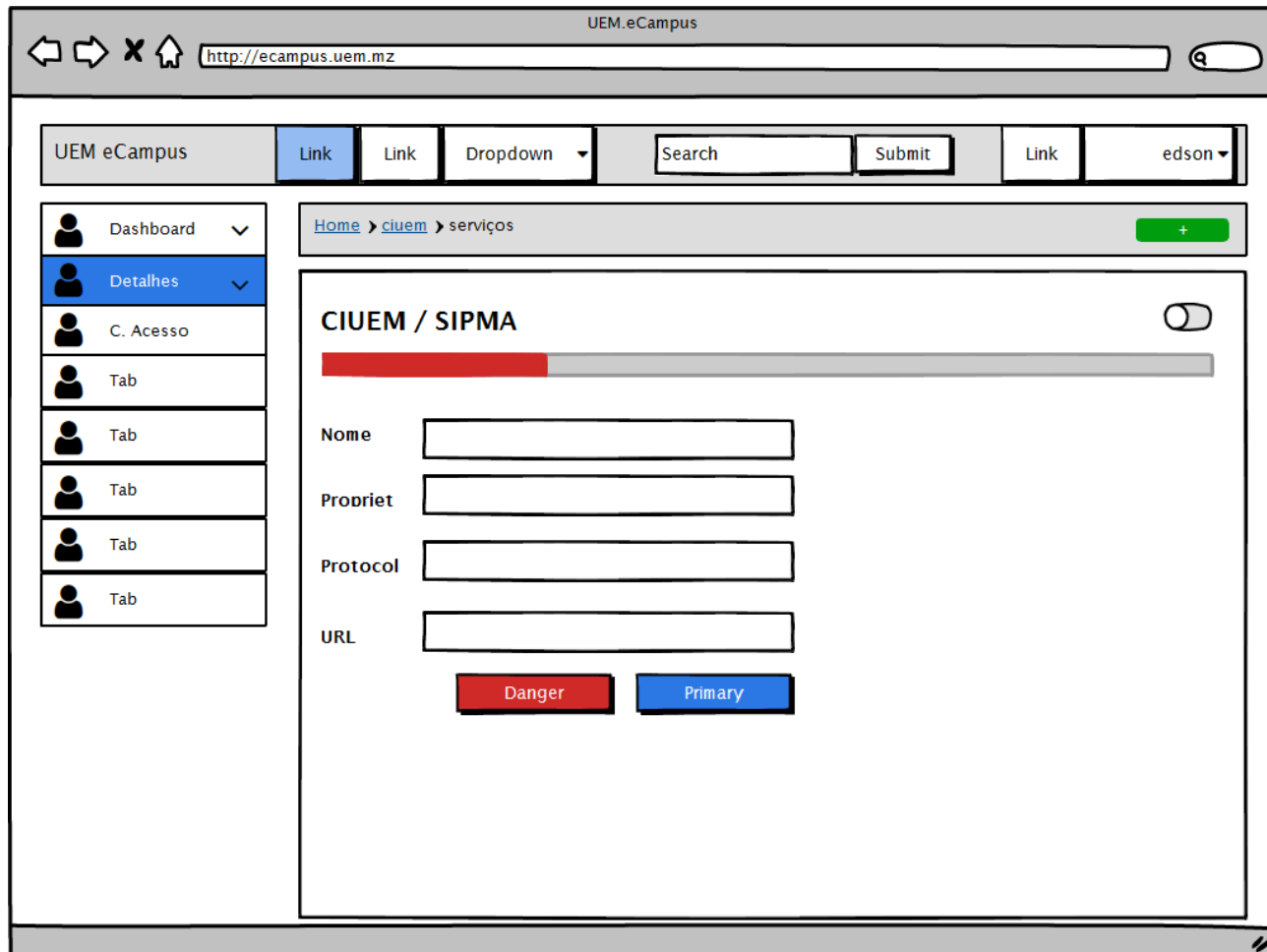


Figura A6 - 3: Interface de detalhes do serviço.

Entidades do Serviço

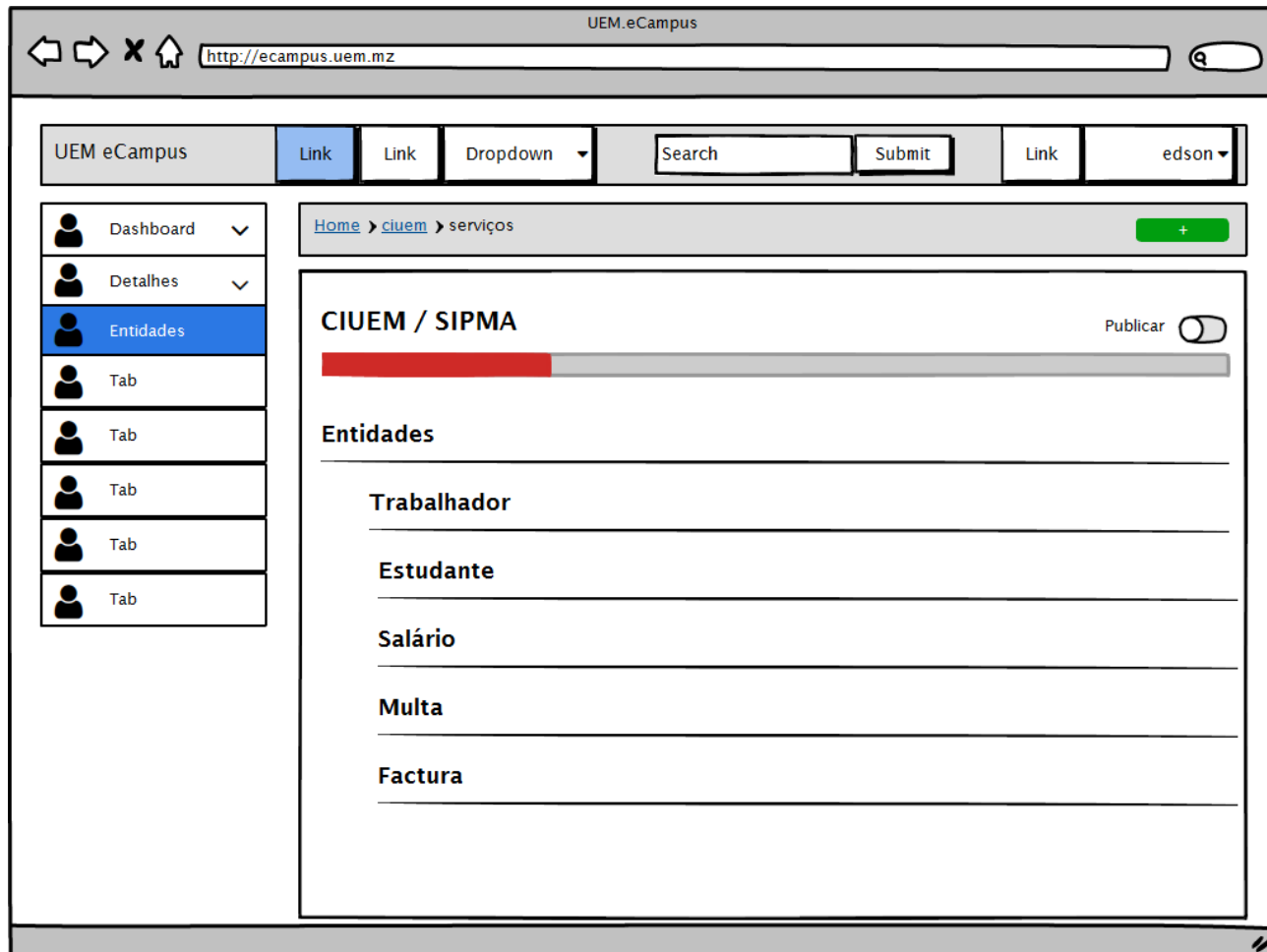


Figura A6 - 4: Interface de configuração do serviço.

Controlo de Acesso ao Serviço

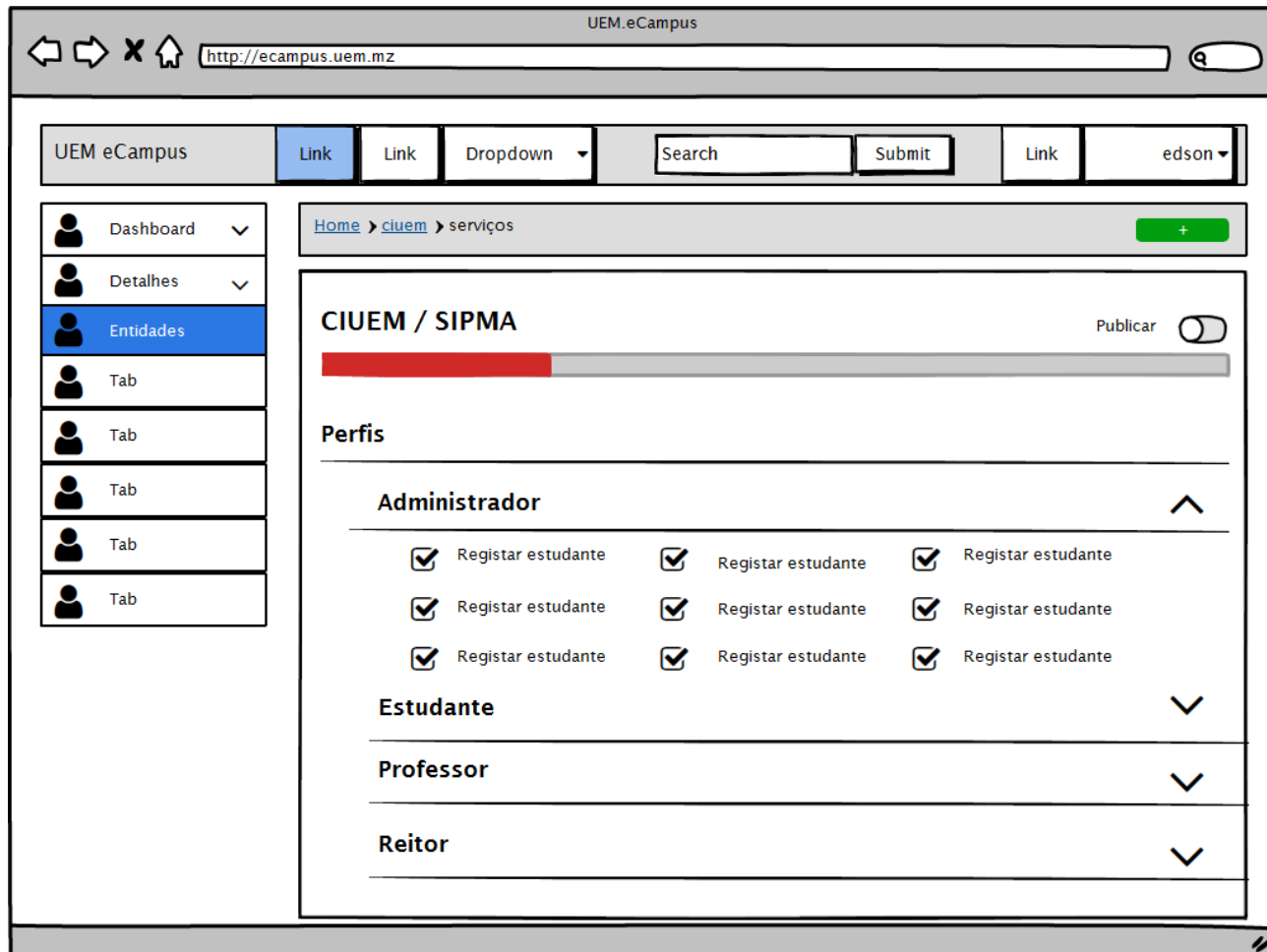


Figura A6 - 5: Interface da configuração do controlo de acesso.

Análise de Acessos e de Tráfego

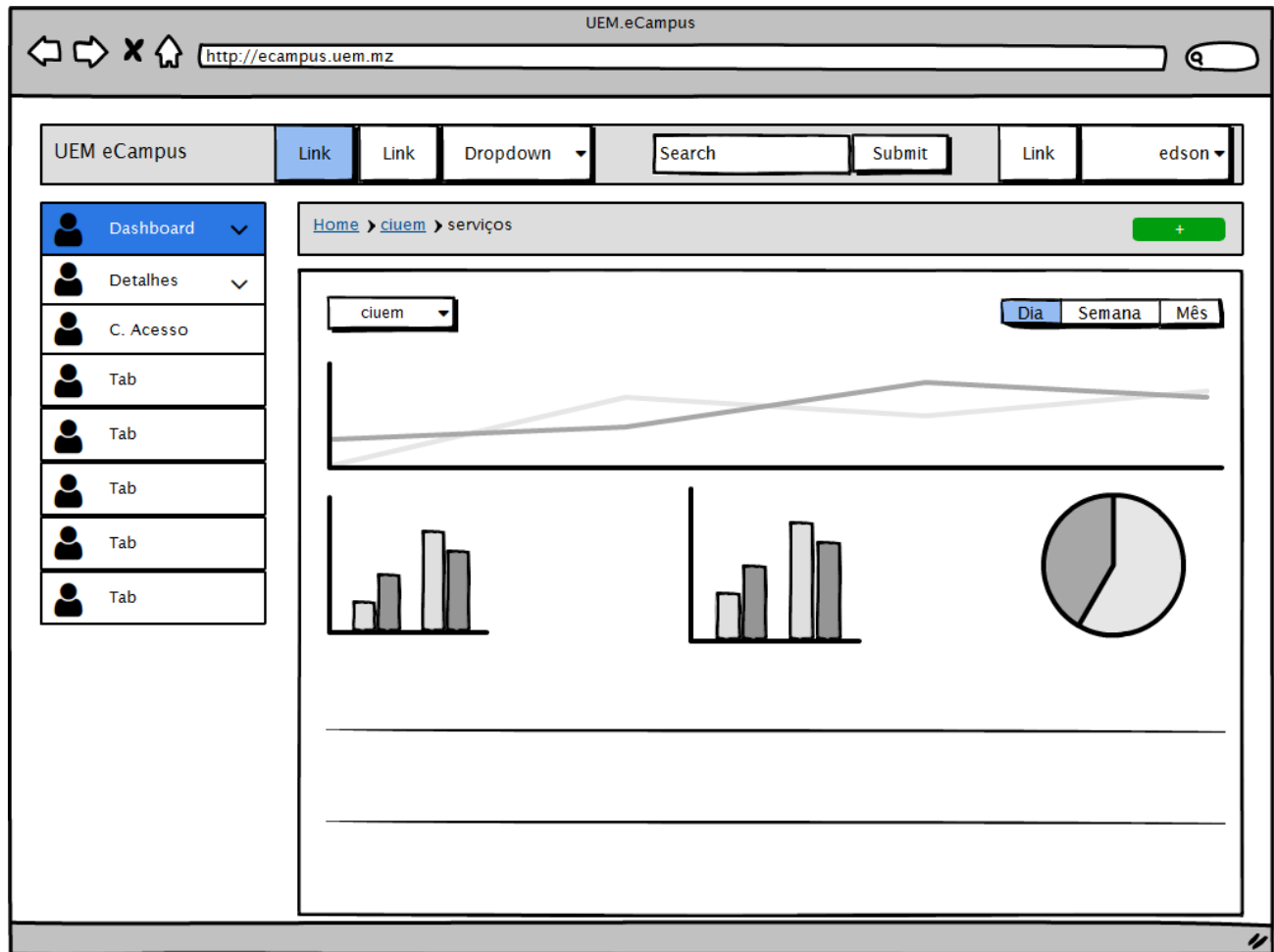


Figura A6 - 6: Interface da gestão de tráfego e acessos.