



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

**Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de
Controlo Migratório do SENAMI**

Caso de estudo: Posto de Travessia de Ressano Garcia

Autor:

Rogunate, Nazim Daúto Tajú

Supervisor:

Dr. Alfredo Covele

Maputo, Julho de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

**Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de
Controlo Migratório do SENAMI**

Caso de estudo: Posto de Travessia de Ressano Garcia

Autor:

Rogunate, Nazim Daúto Tajú

Supervisor:

Dr. Alfredo Covele

Maputo, Julho de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DO TRABALHO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante **Nazim Daúto Tajú Rogunate** entregou no dia ___/___/2022 as 03 cópias do relatório do Estágio Profissional com a referência 2021EIEPD221 intitulado: Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório do SENAMI (Caso de estudo: Posto de Travessia de Ressano Garcia).

Maputo, ___ de _____ de 2022

O chefe de secretaria

DEDICATÓRIA

À minha mãe Hawa Tajú, ao meu pai Daúto Rogunate, aos meus irmãos Shabir, Humeid, Arif e à minha esposa Vanessa Muteia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter-me dado o dom da vida, pela saúde e pelo conhecimento. Sem ele a realização deste trabalho não teria sido possível.

A todos aqueles que directa ou indirectamente, consciente ou inconscientemente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional dado ao longo do meu percurso académico. Por terem acreditado e investido em mim. Pelos valores transmitidos e pelas palavras de conforto em momentos tristes.

À minha esposa pelo incentivo e apoio para não desistir dos meus sonhos.

Aos meus familiares e amigos, que apesar da minha ausência em muitos momentos, continuaram me apoiando.

Por último, mas não menos importante, o meu agradecimento a todos os docentes e funcionários do Departamento de Engenharia Electrotécnica, pelo apoio prestado.

RESUMO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm desempenhado hoje um papel preponderante na nossa sociedade e a sua influência ultrapassa largamente os limites a que inicialmente poderiam estar confinadas com um impacto muito considerável na vida e no bem-estar das pessoas, (Castells, 2004). A integração de sistemas é a união ou interligação de dois sistemas ou componentes com o objectivo de oferecer um determinado serviço ou funcionalidade. A interoperabilidade caracteriza a extensão pela qual duas implementações de sistemas ou componentes de diferentes fabricantes podem coexistir e trabalhar em conjunto simplesmente confiando no serviços um do outro conforme especificado por um padrão comum (Tanenbaum & Steen, 2006).

O Serviço Nacional de Migração tem como competências gerais controlar o movimento migratório através das fronteiras nacionais e fiscalizar a permanência de cidadãos estrangeiros no território nacional. Actualmente em cada posto de travessia existe um servidor do sistema local, sincronizado com um outro servidor central do SENAMI.

Este servidor tem estado indisponível, interrompendo o registo de movimento migratório, o que pode levar ao mal funcionamento do sistema, causando posterior problemas de multa de sobre-estadia.

Este trabalho visa estudar e propor uma solução para resolver a questão da indisponibilidade do servidor local, evitando a interrupção de registo de Movimento Migratório e consequentemente minimizar as consequências deste problema.

Palavras-chave: SENAMI, Indisponibilidade, Serviços Web, Modelo de Integração, Interoperabilidade, Sobre-estadia.

ABSTRACT

Information and Communication Technologies (ICT) have today played a leading role in our society and their influence goes far beyond the limits to which they could initially be confined with a very considerable impact on people's lives and well-being (Castells, 2004). Systems integration is the union or interconnection of two systems or components with the aim of offering a certain service or functionality. Interoperability characterizes the extent in which two implementation of systems, or components from different manufacturers can coexist and work together simply by relying on each other's services as specified by a common standard (Tanenbaum & Steen, 2006).

The National Migration Service has the general competences of controlling the migratory movement across national borders and inspecting the permanence of foreign citizens in the national territory. Currently, at each border post there is a server of the local system, synchronized with another central server of SENAMI.

This server has been unavailable, interrupting the migratory movement log, which can lead to system malfunction, causing further delay fines.

This work aims to study and propose a solution to solve the issue of unavailability of the local server, avoiding the interruption of Migration Movement registration and consequently minimizing the consequences of this problem.

Keywords: SENAMI, Unavailability, Web Services, Integration Model, Interoperability, Overstay.

Lista de Abreviaturas, acrónimos e termos

SENAMI	Serviço Nacional de Migração
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
CU	Caso de Uso
JSON	<i>Javascript Object Notation</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não Funcional
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>

Glossário de termos

Software:	Programa de computador. Uma sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objectivo de executar tarefas específicas.
Sobre-estadia	Tempo utilizado além da estadia permitida e sujeito em pagamento de remuneração.
Navegador web	Programa que permite a interação com documentos HTML (Ex: Google Chrome).
Página web	Coleção de informações fornecidas por um site que são exibidas num navegador web.
Web	É um sistema de informações ligadas através de hipermédia que permitem ao utilizador aceder uma infinidade de conteúdos através da internet.
JSON	É um formato de troca de dados entre sistemas independente de linguagem de programação.
HTML	Linguagem de marcação utilizada na construção de páginas web
SOAP	É um protocolo para troca de informações estruturadas em uma plataforma descentralizada e distribuída.
Deployment	É o mecanismo através do qual aplicativos, módulos, actualizações e patches são entregues de desenvolvedores para usuários finais.
Endereço IP	Endereço usado para identificar um computador na rede (Ex: 192.168.100.1)
Plugins	É um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
Capítulo I: INTRODUÇÃO	14
1.1. Contextualização.....	14
1.2. Definição do problema	15
1.3. Motivação.....	16
1.4. Objectivo	16
1.4.1. Objectivo geral.....	16
1.4.2. Objectivos específicos.....	16
1.5. Metodologia.....	16
1.5.1. Metodologia de Pesquisa	17
1.5.1.5. Técnicas de coleta de dados.....	19
1.5.2. Metodologia de Desenvolvimento do <i>Software</i>	20
1.6. Estrutura do trabalho.....	21
Capítulo II: Revisão da Literatura	23
2.1. Sistema.....	23
2.1.2. Sistema de Informação.....	23
2.2. Sistemas computacionais distribuídos	23
2.2.1. Modelos de arquitectura de sistemas distribuídos	24
2.2.1.1. Arquitectura Cliente-Servidor.....	25
2.2.3. Serviços Web.....	27
Capítulo III: Caso de estudo: Serviço Nacional de Migração.....	30

3.1. Serviço Nacional de Migração	30
3.1.1. Competências específicas do SEMANI no âmbito de controlo e fiscalização migratória.....	30
3.1.2. Descrição do local de estudo.....	31
3.2. Situação actual	34
3.3. Soluções existentes	35
3.4. Análise das possíveis soluções	36
3.4.1. Redundância do servidor local.....	36
3.4.2. Aplicação baseada na web	37
Capitulo IV: Modelo da solução proposta.....	38
4.1. Descrição da solução proposta.....	38
4.2. Requisitos do sistema	40
4.2.1. Requisitos funcionais.....	40
4.2.2. Requisitos não funcionais.....	42
4.3. Casos de uso do sistema.....	43
4.3.1. Descrição dos actores	43
4.3.3. Descrição dos principais casos de uso	44
4.5. Ferramentas a utilizar na implementação do modelo	48
Capitulo V: Discussão de resultados.....	50
5.1. Revisão de literatura	50
5.2. Pesquisa de campo	50
5.3. Modelo de Implementação.....	51
Capitulo VI: Conclusões e recomendações.....	52
6.1. Conclusões	52
6.2. Recomendações	53

7. Bibliografia	54
7.1. Referências bibliográficas	54
6.2. Outra bibliografia consultada	55
Anexos	56
Anexo 1. Guião de entrevista para o chefe do posto.....	A1.1
Anexo 2. Guião do questionário para operadores	A2.1
Anexo 3. Diagrama de Sequências.....	A3 – 1
Anexo 4. Diagrama de actividades.....	A4 – 1
Anexo 5. Protótipo:	A5 – 1

Lista de Tabelas

Tabela 1: Classificação dos requisitos segundo sua prioridade.....	40
Tabela 2: Descrição de requisitos funcionais	41
Tabela 3: Requisito não funcionais	42
Tabela 4: Descrição dos utilizadores do sistema	43
Tabela 5: Descrição do caso de uso registar utilizador	44
Tabela 6: Descrição do caso de uso atribuir privilégio ao utilizador	45
Tabela 7: Descrição do caso de uso remover conta co utilizador	45
Tabela 8: Descrição do caso de uso registar dados do movimento migratório	46
Tabela 9: Descrição do caso de uso escolher tipo de registo	46
Tabela 10: Descrição do caso de uso visualizar relatório de desempenho.....	46
Tabela 11: Descrição do caso de uso extrair relatório de desempenho.....	47
Tabela 12: Descrição do caso de uso efectuar autenticação	47
Tabela 13: Descrição do caso de uso alterar tipo de registo.....	47
Tabela 14: Descrição de tecnologias usadas para o desenvolvimento do protótipo	48

Lista de Figuras

Figura 1: Cliente invoca servidor. Fonte (Coulouris, et al., 2012).....	25
Figura 2: Arquitectura ponto-a-ponto. Fonte (Coulouris, et al., 2012)	26
Figura 3: Arquitectura do sistema actual do SENAMI	33
Figura 4: Arquitectura da solução proposta.....	39
Figura 5: Diagrama de casos de uso do sistema	44
Figura 6: Arquitectura detalhada da implementação do sistema.....	48
Figura A3 – 1: Diagrama de sequencia: registar movimento.....	A3 – 1
Figura A3 – 2: Diagrama de sequencia: enviar dados ao servidor principal.....	A3 – 2
Figura A4 – 1: Diagrama de actividades: registar movimento	A4 – 1
Figura A4 – 2: Diagrama de actividades: enviar dados ao servidor principal	A4 – 2
Figura A5-1: Protótipo: Página inicial do protótipo.....	A5 – 1
Figura A5-2: Protótipo: Página principal do protótipo.....	A5 – 2

Capítulo I: INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Após a Luta da Independência Nacional, a estrutura que faz o controlo do fluxo de pessoas, bens, mercadorias e serviços passou a estar sob gestão do Governo Moçambicano, que por sua vez criou o Ministério do Interior que se responsabilizou pela garantia da estratégia, estrutura, operações e controlo do fluxo migratório. O Serviço Nacional de Migração (SENAMI) é um serviço público de natureza para militar, integrado no Ministério que superintende a área da Migração, (artigo 2 da Lei n. 4/2014, de 5 de Fevereiro). De acordo com o artigo 4 da Lei n. 4/2014, de 05 de Fevereiro, constituem as funções do SENAMI o controlo do movimento migratório através das fronteiras Nacionais, a fiscalização da permanência de cidadãos estrangeiros no território Nacional, a emissão de documentos de viagem para cidadãos Nacionais e Estrangeiros, a emissão de documentos de residência para cidadãos estrangeiros. No âmbito da gestão do movimento migratório o SENAMI desempenha o papel crucial que consiste na inspeção de passaportes e outros documentos de viagem com o objectivo de controlar a permanência e legalidade de estrangeiros em todo o território Nacional assim como colateralmente combater de forma rigorosa o tráfico de seres humanos para trabalho forçado, exploração sexual e outros fins. O SENAMI como instituição nas suas atribuições, garante a operação eficiente do estado Moçambicano, por meio da Ordem, Tranquilidade e Segurança Públicas em todo o Território Nacional, contribuindo para um Ambiente favorável para o desenvolvimento socioeconómico.

1.2. Definição do problema

O SENAMI tem como funções gerais controlar o movimento migratório através das fronteiras nacionais, fiscalizar a permanência de cidadãos estrangeiros no território Nacional. No âmbito do controlo Migratório, o SENAMI procede com a gestão do movimento migratório através do controlo de entrada e saída de pessoas do território Nacional, nos Postos de Travessia.

Neste contexto, o SENAMI possui um sistema de controlo migratório que permite fazer essa gestão no qual todos os dados coletados durante o processo de registo do movimento migratório tem a sua relevância para a posterior análise macroeconómica, demográfica de segurança e a sua ausência ou incoerência na captura poderá impactar no futuro do país, visto que haverá falta de informação de qualidade efectuando tais análises, o que pode levar à conclusões erradas e consequentemente desenho de políticas ineficazes.

Em cada posto de travessia existe um servidor que acomoda o sistema de controlo migratório local e este está sincronizado com um outro servidor central do SENAMI. O servidor local tem estado indisponível, interrompendo o registo automatizado de dados do movimento migratório, o que leva a um problema de multa de sobre estadia.

A sobre-estadia ocorre quando um indivíduo que tem um tempo estabelecido para permanecer no território nacional excede o tempo estabelecido para a sua permanência. O problema pode ser reportado falsamente pelo sistema, como se descreve no cenário a seguir: quando um indivíduo de nacionalidade estrangeira entra no país, o seu registo do movimento de entrada é feito no sistema. No momento em que esse indivíduo quiser fazer o movimento de saída (sair do país) e o sistema de controle migratório estiver indisponível, o indivíduo atravessa a fronteira tendo apenas feito a verificação manual dos seus documentos pois o sistema está indisponível. O problema surge quando o mesmo indivíduo volta ao território nacional e deseja entrar no país, neste caso o sistema automaticamente aciona a cobrança de multa de sobre-estadia, pois por não encontrar nenhum registo do movimento de saída o sistema considera que o mesmo indivíduo não teria saído do país, levando a várias horas de investigação a nível local e central até que se arranje uma solução.

1.3. Motivação

O presente trabalho surge como fruto de um acontecimento testemunhado pelo autor e pela insatisfação dos métodos usados para ultrapassar o problema.

O autor acredita que os métodos actualmente usados para a resolução do problema da falta de informação são ineficazes e para tal propõe o estudo e a análise do processo actual nas resoluções de problemas resultantes das falha e ineficiências desse processo, daí que o autor pretende dar a sua contribuição para que os mesmos sejam melhorados. Com a resolução deste problema perspectiva-se a melhoria da qualidade dos trabalhos da instituição com vista a minimizar os problemas existentes.

1.4. Objectivo

1.4.1. Objectivo geral

O objectivo primordial do presente trabalho é o de propor um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório do SENAMI

1.4.2. Objectivos específicos

O presente trabalho tem os seguintes objectivo específicos:

- Apresentar conceitos de integração e interoperabilidade de sistemas;
- Descrever o método actual do uso dos sistemas a nível do SENAMI;
- Identificar problemas associados ao método actual de operabilidade dos sistemas do SENAMI;
- Propor um modelo de interoperabilidade e integração com base em padrões e protocolos abertos estabelecidos;
- Desenvolver um protótipo funcional com base no modelo proposto;

1.5. Metodologia

Para a realização do presente trabalho serão seguidas duas metodologias, nomeadamente:

- Metodologia de Pesquisa;

- Metodologia de Desenvolvimento do *Software*;

1.5.1. Metodologia de Pesquisa

A realização do presente trabalho foi orientada pelas seguintes perguntas de pesquisa:

- O modelo de sistema de informação actualmente implementado no SENAMI é adequado para as necessidades do serviço migratório?
- Quais são as limitações do modelo actual? Poderia este ser optimizado?
- Um sistema de emergência independente do actual traria algum benefício?

Estas questões serão respondidas seguindo os procedimentos metodológicos que são classificados a seguir:

1.5.1.1. Quanto a abordagem

Como observa Gerhardt, et al. (2009), numa pesquisa qualitativa há pouca preocupação com a representatividade numérica. No entanto, caso seja necessário traduzir resultados para formas quantitativas bem como efectuar levantamentos de natureza quantitativa, deve seguir-se um raciocínio de natureza quantitativa. Dito isto, no presente trabalho a abordagem usada predominante foi a qualitativa com o método de abordagem indutivo.

No método de abordagem indutivo parte-se do particular e a generalização é colocada como um posterior produto do trabalho de coleta de dados, isto em oposição ao raciocínio dedutivo que parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis possibilitando chegar a conclusão em virtude de sua lógica (Gil, 2008). Segundo o método indutivo, primeiro faz-se a observação de factos ou fenómenos cujas causas se desejam conhecer para, em seguida, compará-los a fim de descobrir as relações que existem entre os mesmos.

1.5.1.2. Quanto a natureza

Do ponto de vista da sua natureza, uma pesquisa científica pode ser de dois tipos: Pesquisa Básica ou Pesquisa Aplicada. A pesquisa básica, que Gil (2008) denomina por pesquisa pura, procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação directa com as suas aplicações e consequências práticas. Por sua vez, a pesquisa aplicada gera conhecimentos para aplicação prática e tem como foco a solução de

problemas específicos, isto é, utiliza os conhecimentos da pesquisa básica para resolver problemas concretos. O presente trabalho fez uso da pesquisa aplicada para resolver o problema proposto.

1.5.1.3. Quanto aos objectivos

Segundo Gil (2008), uma pesquisa pode ser classificada quanto aos objectivos, em três grupos:

- Pesquisas Exploratórias;
- Pesquisas Descritivas;
- Pesquisas Explicativas.

As pesquisas exploratórias são aquelas que permitem desenvolver, esclarecer ou modificar conceitos e ideias tendo em conta a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis. Geralmente envolvem levantamento bibliográfico, levantamento documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso (Gil, 2008). Enquanto que as pesquisas descritivas têm como principal objectivo descrever as características de um fenómeno ou população, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. As pesquisas explicativas têm como objectivo principal identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de determinados fenómenos. O conhecimento científico é maioritariamente baseado neste tipo de pesquisa por se basear no método experimental ou observacional (Gil, 2008). Deste modo, no presente trabalho predomina a pesquisa exploratória, acompanhada de pesquisa descritiva e explicativa.

1.5.1.4. Quanto aos procedimentos

Do ponto de vista dos procedimentos, a metodologia empregue no presente trabalho enquadra-se nos seguintes três tipos (Gil, 2008):

- Pesquisa Bibliográfica;
- Pesquisa Documental;
- Estudo de Caso.

A Pesquisa Bibliográfica é realizada a partir de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos ou electrónicos, como livros, artigos científicos, *websites*, entre outros. A elaboração de um trabalho científico geralmente inicia com a pesquisa bibliográfica permitindo ao pesquisador conhecer o que já foi estudado sobre o assunto, dando a cobertura de uma gama de fenómenos bastante ampla relativamente a que podia pesquisar directamente (Gil, 2008).

A Pesquisa Documental é semelhante a bibliográfica, porém recorre a fontes sem tratamento analítico como relatórios, documentos oficiais, documentação interna de uma organização, reportagens de jornais, cartas, entre outras (Fonseca, 2002).

O Estudo de Caso é caracterizado pelo estudo profundo de um ou poucos objectos, a fim permitir o seu conhecimento amplo e detalhado (Gil, 2008), ou seja, é aquele feito a uma entidade bem definida como uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, entre outros tipos de entidade. O facto de ser seleccionado apenas um objecto permite que se tenha uma grande quantidade de informação a seu respeito (Fonseca, 2002).

1.5.1.5. Técnicas de coleta de dados

Os instrumentos de pesquisa utilizados para a coleta de dados foram:

- Entrevista;
- Questionário;

Entrevista é uma técnica de compilação de informação mediante a uma conversa profissional onde se adquire informação acerca do que se investiga. De referir que, os pontos de pesquisa deste trabalho giram em torno do Sistema de Controlo Migratório do Senami. O tipo de entrevista utilizada no presente trabalho, é semiestruturada. Em uma entrevista semiestruturada o pesquisador organiza um conjunto de questões sobre o objecto de pesquisa, mas permite e as vezes incentiva que o entrevistado aborde de forma livre sobre os assuntos que porventura surjam como desdobramento do principal tópico.

O questionário é um conjunto de perguntas que normalmente são respondidas sem que o entrevistador esteja presente. Para o presente caso foi disponibilizado um questionário em formato físico aos funcionários do local em causa, visto que estes lidam com o Sistema no seu dia a dia.

1.5.2. Metodologia de Desenvolvimento do *Software*

A metodologia usada no desenvolvimento de um projecto de *software* define de maneira clara, as características e funcionalidades do mesmo, fundamentando-se no conhecimento do problema. Para tal define-se a seguir as etapas para o desenvolvimento do sistema:

- Levantamento de Requisitos;
- Descrição dos Casos de Usos;
- Desenho do Diagramas dos Casos de Uso;
- Desenho de Diagramas de Sequência;
- Desenho do Diagrama de Estados;
- Desenho do Diagramas de Implantação do Sistema.
- Testes e Implementação do Sistema.

1.6. Estrutura do trabalho.

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos, nomeadamente:

- **Capítulo I - Introdução**

Neste capítulo são apresentados os aspectos introdutórios do trabalho como a contextualização, os objectivos gerais e específicos, a motivação para realização do trabalho, descrição do problema e finalizando com a metodologia empregue para a pesquisa.

- **Capítulo II - Revisão da Literatura**

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica, onde são explicados os conceitos para a compreensão do tema em estudo, bem como aferir a forma como estes conceitos poderão ser influenciados na proposta de um modelo de integração e interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório do SENAMI.

- **Capítulo III – Caso de Estudo**

Neste capítulo é feita a descrição da instituição utilizada como caso de estudo e descreve-se a situação actual da instituição face ao problema apresentado na introdução.

- **Capítulo IV – Proposta de Solução**

Neste capítulo é apresentado a proposta da solução para o problema, por meio das seguintes ferramentas: identificação dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, identificação e descrição dos casos de uso, desenho da arquitetura do funcionamento do sistema, e por fim as tecnologias usadas para a Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório do SENAMI

- **Capítulo V – Discussão de resultados**

Neste capítulo será apresentado uma discussão crítica que ajuda a perceber os diferentes pontos de vista abordados no trabalho.

- **Capítulo VI – Considerações finais e recomendações**

Este capítulo apresenta as conclusões e as recomendações do trabalho tendo em conta os objectivos traçados e a metodologia aplicada.

- **Bibliografia**

Neste capítulo é apresentada a lista de todo o material teórico utilizado como auxílio para a elaboração do trabalho.

- **Anexos**

Neste capítulo são apresentados os guiões das entrevistas e dos questionários.

Capítulo II: Revisão da Literatura

Neste capítulo pretende-se fazer o enquadramento teórico que irá alicerçar o estudo, abrangendo desde conceitos adjacentes ao escopo central trabalho, que concerne na Proposta de Implementação de um Modelo de Integração e Interoperabilidade para o Sistema Informático do Serviço Nacional de Migração (SENAMI).

2.1. Sistema

Sistema é uma coleção significativa de componentes inter-relacionados, que trabalham em conjunto para atingir um objectivo. (SOMMERVILE, 2004)

2.1.2. Sistema de Informação

Um sistema de informação é um conjunto organizado de elementos, podendo ser pessoas, dados, actividades ou recursos materiais em geral. Estes elementos interagem entre si para processar informação e divulga-la de forma adequada em função dos objectivos de uma organização. (SOMMERVILE, 2004).

2.2. Sistemas computacionais distribuídos

(Kshemkalyani & Shingal, 2008) define sistema distribuído como uma coleção de entidades independentes que cooperam para resolver um problema que não poderia ser resolvido individualmente. Os sistemas computacionais distribuídos caracterizam-se por serem uma coleção de computadores independentes que ao utilizador do sistema parecem ser apenas um único computador.

Ainda segundo (Kshemkalyani & Shingal, 2008), um sistema computacional distribuído pode ser caracterizado como uma coleção de processadores autónomos (geralmente) que se comunicam em uma rede de computadores.

(Coulouris, et al., 2007) define sistemas distribuídos como aquele no qual componentes localizados em computadores interligados em rede se comunicam e coordenam as suas ações apenas passando mensagens. E como consequência desta definição, temos o seguinte: concorrência de componentes, falta de um relógio global e falhas de componentes independentes.

Estes sistemas distribuídos, ainda segundo (Coulouris, et al., 2007), são construídos tendo como motivação principal a partilha de recursos. Para além da partilha de recursos, outra motivação é a confiabilidade: um sistema distribuído tem o potencial inerente para fornecer maior confiabilidade devido à possibilidade de replicação de recursos e execuções, bem como o facto de que geograficamente os recursos não são susceptíveis de falhar ao mesmo tempo sob circunstâncias normais. A confiabilidade envolve vários aspectos que de acordo com (Kshemkalyani & Shingal, 2008) são os seguintes:

- i. **Disponibilidade** – os recursos ou o sistema deve estar disponível na maior parte do tempo possível;
- ii. **Integridade** – o valor/estado do recurso deve estar correto, em face de acesso concorrente de vários processadores, conforme a semântica esperada pela aplicação;
- iii. **Tolerância a falhas** – a capacidade de se recuperar de falhas do sistema.

2.2.1. Modelos de arquitectura de sistemas distribuídos

(Coulouris, et al., 2007) define a arquitectura de um sistema como sendo a estrutura em termos de componentes especificados separadamente, cujo objectivo global é garantir que esta tenda as demandas actuais e futuras que serão impostas sobre ela. E cujas maiores preocupações são tornar o sistema confiável, administrável, adaptável e rentável.

De forma simplificada, na arquitectura de sistemas distribuídos há 3 elementos a considerar: *processos clientes*, *cliente servidores* e *processos ponto-a-ponto*. Os **processos clientes** são aqueles que requisitam recursos (fazem pedidos); os **processos servidores** são aqueles que aceitam e fornecem pedidos de outros processos; os **processos ponto-a-ponto** são aqueles que colaboram e se comunicam de maneira simétrica para realizar uma tarefa.

2.2.1.1. Arquitectura Cliente-Servidor

Esta arquitectura, é um sistema composto por dois principais componentes nomeadamente: o servidor e o cliente, que tem as tarefas descritas a seguir segundo (Fileto, 2006).

Nesta arquitectura, processos clientes interagem com processos servidores, localizados em distintos computadores hospedeiros, para aceder os recursos compartilhados que estes fazem a gestão (Coulouris, et al., 2007).

Servidor é o processo que implementa um serviço específico, por exemplo, o servidor de sistema de ficheiros ou o serviço de base de dados. Cliente é o processo que requisita um serviço do servidor enviando-lhe uma requisição e esperando a subsequente resposta do servidor. A interação cliente-servidor também é conhecida por interação requisição-resposta (Tanenbaum & Steen, 2006).

Os servidores por sua vez podem ser clientes de outros servidores. Por exemplo, um servidor web é frequentemente um cliente de servidor de arquivos local que faz a gestão dos arquivos nos quais as páginas web estão armazenadas. A figura a seguir mostra a relação entre processos clientes e processos servidores.

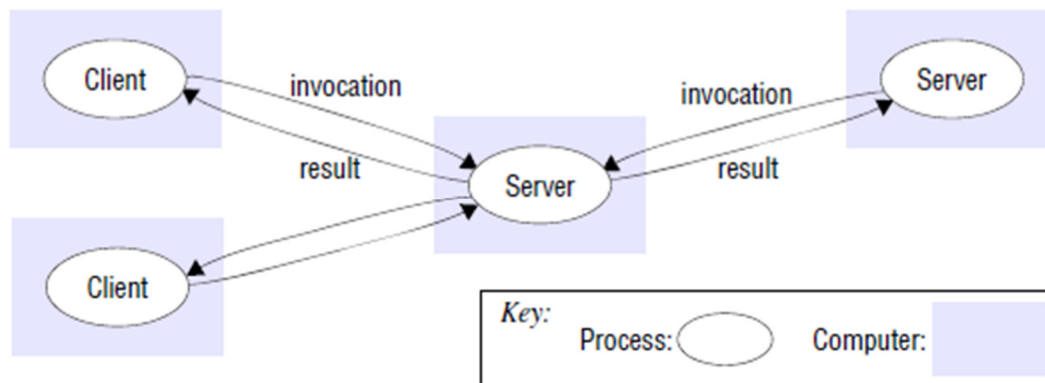


Figura 1: Cliente invoca servidor. Fonte (Coulouris, et al., 2012).

2.2.1.1.1. Servidor

Um Servidor oferece serviços a processos utilizadores. O servidor é a componente central da rede, que tem o conhecimento de todas as informações (relativa aos utilizadores da rede, suas actividades, medias compartilhadas, etc.) e provê estas

informações aos processos clientes sobre a forma de serviços, centralizando a manipulação de dados, manutenção, consistência e integridade.

2.2.1.1.2. Cliente

Solicita um determinado serviço, através do envio de uma mensagem ao servidor. O processo cliente é o responsável pela interação com os utilizadores, através de uma interface que o utilizador usa para requisitar tarefas ao servidor, como por exemplo actualizar os seus dados de perfil.

2.2.1.2. Arquitectura ponto-a-ponto

Segundo (Coulouris, et al., 2007), nessa arquitectura, todos os processos envolvidos em uma tarefa ou actividade desempenham funções semelhantes, interagindo cooperativamente como pares, sem distinção entre processos clientes e servidores, nem entre os computadores em que são executados.

Embora o modelo cliente-servidor ofereça uma estratégia directa e relativamente simples para o compartilhamento de dados e outros recursos, ele não é flexível em termos de escalabilidade. A centralização do fornecimento e gerenciamento de serviços, acarretada pela colocação de um serviço em um único computador, não favorece o aumento da escala, além daquela limitada pela capacidade do computador que contém o serviço e da largura de banda de suas conexões de rede.

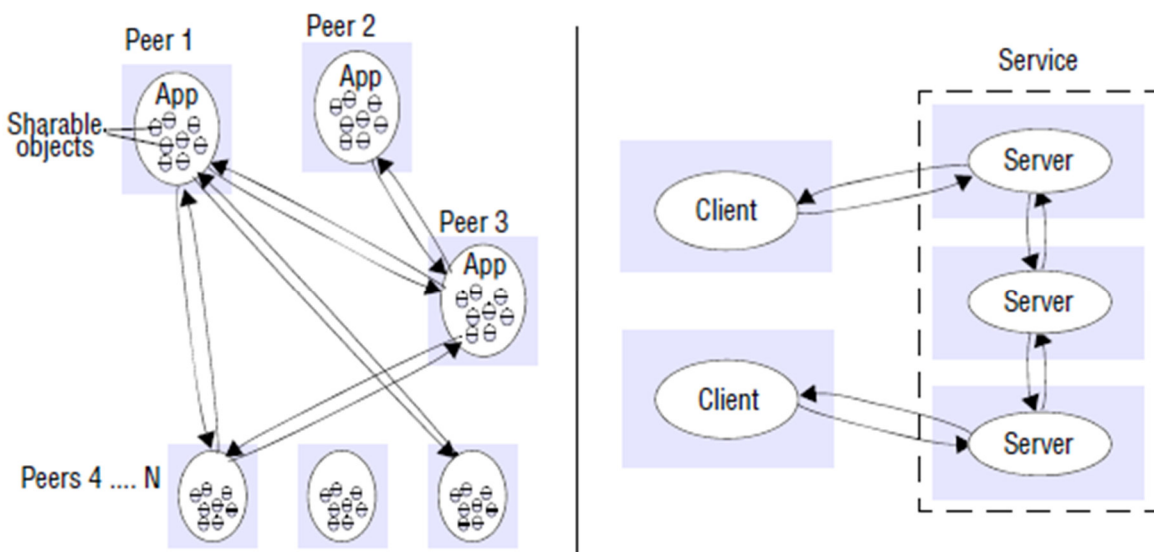


Figura 2: Arquitectura ponto-a-ponto. Fonte (Coulouris, et al., 2012)

2.2.2. Integração e interoperabilidade de sistemas

A integração de sistemas é a união ou interligação de dois sistemas ou componentes com o objectivo de oferecer um determinado serviço ou funcionalidade.

A interoperabilidade caracteriza a extensão pela qual duas implementações de sistemas ou componentes de diferentes fabricantes podem coexistir e trabalhar em conjunto simplesmente confiando no serviços um do outro conforme especificado por um padrão comum (Tanenbaum & Steen, 2006).

2.2.3. Serviços Web

Um serviço web fornece uma interface de serviço, possibilitando que clientes possam interagir com servidores de modo mais genérico do que aquele que é nativamente implementado pelos navegadores web. Os clientes acedem às operações interagindo com as interfaces do serviço web através de requisições e respostas formatadas em *XML* ou *JSON* e geralmente transmitidas sobre o protocolo *HTTP* (Coulouris, et al., 2012).

Os serviços web fornecem uma infraestrutura para manter uma forma mais rica e estruturada de interoperabilidade entre clientes e servidores.

Segundo (Coulouris, et al., 2007), os serviços web e servidores web não podem ser confundidos: *um servidor web* fornece um serviço *HTTP* básico, enquanto que um *serviço web* fornece um serviço baseado em operações definidas na sua interface.

Embora as respostas das requisições a interfaces dos serviços web sejam geralmente transmitidas sobre o protocolo *http*, há duas abordagens de implementação: *REST* (*Representational State Transfer*) e *SOAP* (*Simple Object Access Protocol*).

O protocolo *HTTP* especifica as mensagens envolvidas em uma troca requisição-resposta, os métodos, os argumentos, os resultados e as regras para representá-los nas mensagens. Este suporta um conjunto fixo de métodos aplicáveis aos seus recursos, que segundo (Coulouris, et al., 2007) são descritos a seguir:

- 1) **GET**: solicita recurso cujo URL é dado como argumento. Se o URL se referir a dados, então os servidor web responderá retornando os referidos dados. Se o

URL se referir a um programa, então o servidor web executará o programa e retornará a sua saída para o cliente.

- 2) **HEAD:** esta requisição é idêntica a GET, mas não retorna nenhum dado. Entretanto, retorna todas as informações sobre os dados, como a hora da última modificação, seu tipo e seu tamanho.
- 3) **POST:** especifica o URL de um recurso que pode tratar os dados fornecidos com um pedido. O processamento executado nos dados depende do programa especificado no URL.
- 4) **PUT:** armazena os dados fornecidos na requisição do URL, como uma modificação de um recurso já existente ou como um novo recurso.
- 5) **DELETE:** o servidor exclui o recurso especificado pelo URL.
- 6) **OPTIONS:** o servidor fornece ao cliente uma lista de métodos que podem ser aplicados no URL dado (por exemplo: GET, PUT, HEAD) e seus requisitos especiais.
- 7) **TRACE:** o servidor envia de volta a mensagem da requisição. Usado para propósitos de diagnóstico.

2.2.3.1. SOAP

O protocolo SOAP, abreviação para *Simple Object Access Protocol*, é uma especificação para a troca de informação entre sistemas, ou seja, uma especificação de formato de dados para envio de estruturas de dados entre serviços, com um padrão para permitir a interoperabilidade entre eles (Brunno, 2015).

SOAP é projetado para permitir a interação cliente-servidor e assíncrona sobre a Internet. Ele define um esquema para usar XML para representar o conteúdo da solicitação e mensagens de resposta, bem como um esquema para a comunicação de documentos. Originalmente o SOAP era baseado apenas em HTTP, mas a versão actual é projetado para usar uma variedade de protocolos de transporte, incluindo SMTP, TCP ou UDP (Coulouris, et al., 2012).

Ainda segundo (Coulouris, et al., 2012), para suportar a comunicação cliente-servidor, SOAP especifica como usar o método POST para a mensagem de solicitação e sua

resposta para a mensagem de resposta. O uso combinado de XML e HTTP fornece um protocolo padrão para comunicação cliente-servidor pela Internet.

2.2.3.2. REST

REST – *Representation State Transfer* – é um estilo de arquitectura de serviços web (em sistemas distribuídos) em que requisições e respostas contém representações do estado actual dos recursos do sistema (Stuttard & Pinto, 2011).

É uma abordagem com um estilo de operação muito restrito, no qual os clientes usam URLs e os métodos HTTP (GET, PUT, DELETE, POST e outros) para manipular recursos que são representados em XML. A ênfase está na manipulação de recursos de dados do que nas interfaces. Quando um novo recurso é criado, ele tem um novo URL pelo qual pode ser acedido ou actualizado. Os clientes são fornecidos com todo o estado de um recurso em vez de chamar uma operação para obter alguma parte dela (Coulouris, et al., 2012). Para além dos recursos a manipular serem representados em XML, eles também podem ser representados em JSON.

Capítulo III: Caso de estudo: Serviço Nacional de Migração

Este capítulo destina-se ao caso de estudo proposto pelo estudante. Neste capítulo o estudante faz uma descrição do modelo do sistema actual bem como uma breve descrição do sistema que se propõe a desenvolver para minimizar as dificuldades e/ou problemas da organização.

3.1. Serviço Nacional de Migração

O Serviço Nacional de Migração (SENAMI) é um serviço público de natureza paramilitar, integrado no Ministério que superintende a área da Migração. O SENAMI é criado pela Lei n. 04/2014 de 05 de Fevereiro que no número 01 do Artigo 2 estabelece que este é um serviço público de natureza paramilitar integrado no Ministério que superintende a área de migração.

O artigo 4 da mesma lei estabelece como competências gerais do SEMANI às seguintes:

- a) Controlar o movimento migratório através das fronteiras nacionais;
- b) Fiscalizar as permanências de cidadãos estrangeiros no território nacional;
- c) Emitir documentos de viagens para cidadãos nacionais e estrangeiros;
- d) Emitir documentos de residência para cidadãos estrangeiros.

3.1.1. Competências específicas do SEMANI no âmbito de controlo e fiscalização migratória

Por força do artigo 5 da Lei n. 04/2014 o SEMANI possui as seguintes competências:

- **No âmbito de controlo migratório**

- a) Proceder a gestão do movimento migratório combatendo, rigorosamente, o tráfico de seres humanos para trabalho forçado, exploração sexual e outros fins;
- b) Proceder a autorização de entrada e saída de pessoas do território nacional, nos postos de travessia;
- c) Proceder ao controlo das áreas restritas nos postos de travessia.

- **No âmbito de fiscalização migratória**

- a) Proceder a inspeção de passaportes e outros documentos de viagens

- b) Controlar a permanência e legalidade de estrangeiros em todo o território nacional;
- c) Elaborar a instrução de processos por infrações migratórias;
- d) Fiscalizar embarcações, aeronaves comerciais ou de recreio surtos nos portos e aeroportos nacionais, quando se destinem ou provenham do estrangeiro;
- e) Executar as medidas de repatriamento e expulsão de estrangeiros;
- f) Conferir a legalidade da permanência de cidadãos estrangeiros no país, através do acesso aos hotéis, estalagens, motéis, parques de campismo, pousadas, casas de hóspedes e similares;
- g) Proceder a detenção de cidadãos estrangeiros por infração migratória, nos termos da lei;
- h) Proceder ao acompanhamento de cidadãos estrangeiros sujeitos ao repatriamento ou expulsão para os países de procedência ou de origem.

3.1.2. Descrição do local de estudo

O SENAMI possui um total de 44 postos de travessias operacionais em todo o território Nacional e quase todas estão estruturadas de igual modo. Para este trabalho, o caso de estudo escolhido foi o Posto de Travessia de Ressano Garcia, tendo em conta a proximidade e o número elevado de movimentos diários no posto.

Ressano Garcia é uma povoação fronteiriça de Moçambique e sede de um posto administrativo do Distrito de Moamba. Nesta localidade, funcionam dois postos de travessia entre Moçambique e a África do Sul, um rodoviário e outro ferroviário, sendo que ambos os postos usam o mesmo servidor local.

No que diz respeito ao organograma, Posto de Travessia de Ressano Garcia está organizada da seguinte forma:

Existe um chefe que é responsável pelo posto e este é quem responde pelas ocorrências do local, estando este no topo da hierarquia. Para além do chefe do posto, tendo em conta que os operadores trabalham em turnos, existe também dois chefes dos turnos nomeados pelo chefe do posto, e estes são responsáveis por responder as ocorrências do posto na ausência do chefe do posto. Os chefes de turnos por sua vez, tem seus

adjuntos na qual os representam na sua ausência. Por fim, temos os restantes funcionários que estão à disposição do chefe do posto para receber ordens, sendo que um grupo é responsável por fazer a gestão do controlo migratório e o outro por guarnecer o posto.

No que tange ao funcionamento dos sistemas de informação do SENAMI, o posto de travessia está estruturado em três (03) módulos: sistema de emissão de vistos, sistema de controlo migratório e sistema de gestão de utilizadores.

No sistema de emissão de vistos inclui os seguintes componentes:

a) Cliente de preparação de dados

Este cliente é responsável pela validação dos números de vinhetas que são enviadas da central para o posto para emissão de vistos;

b) Cliente de emissão de vistos

Tal como o nome é sugestivo, este é o cliente que possibilita ao utilizador realizar todo o processo de emissão de visto a partir de um navegador;

c) Cliente de informação dos pedidos de vistos

Este cliente possibilita ver o historial de todos os pedidos de vistos realizados no posto incluindo os documentos de suporte para a aplicação de cada pedido.

No sistema de controlo migratório existem os seguintes componentes:

a) Cliente de registo de movimentos migratórios

Este cliente permite aos utilizadores fazerem o registo de entradas e saídas de indivíduos no sistema;

b) Cliente de informação de movimentos migratórios,

Este cliente possibilita visualizar o historial de movimentos de entradas assim como de saídas de todos os indivíduos que passaram pelo posto.

Por fim temos o sistema de gestão de utilizadores é considerado a componente mãe de entre os outros sistemas anteriormente mencionados, pois este é quem faz a criação, gestão e autenticação de *tokens* de serviços nos módulos de emissão de visto e de controlo migratório.

Ambos os módulos de emissão de vistos e controlo migratório dependem do módulo de gestão de utilizadores para o seu funcionamento pois este é quem faz a validação dos *tokens* dos mesmos e na falha deste, conseqüentemente os outros não funcionam. Este módulo é também responsável pela criação e autenticação de utilizadores, onde é também feito a atribuição de privilégios a esses mesmo utilizadores.

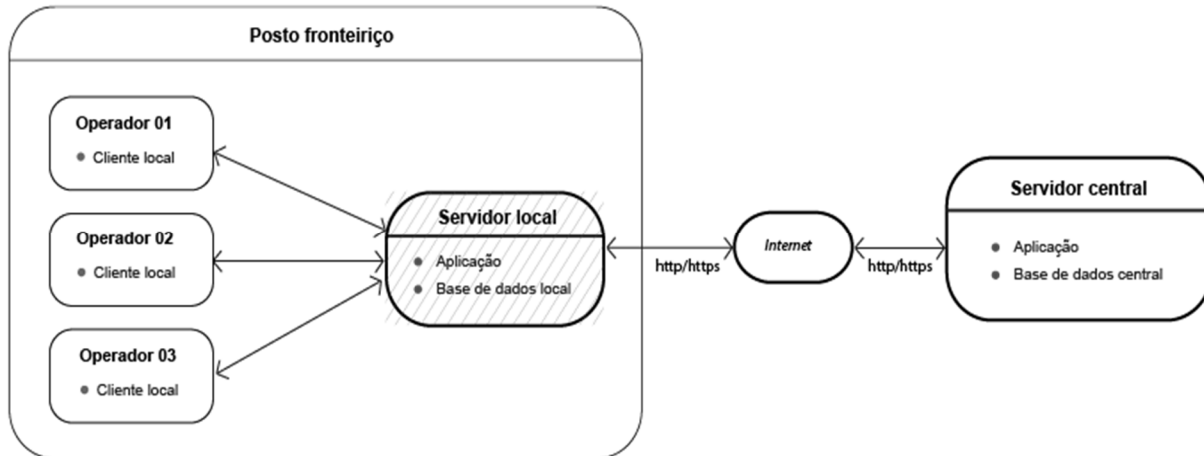


Figura 3: Arquitectura do sistema actual do SENAMI

Na arquitetura acima apresentada, a comunicação entre o servidor do posto de travessia e o servidor central é feito através da Internet, e os componentes que a constituem são descritos a seguir:

- **Servidor central**

É responsável por alojar as aplicações e a base de dados central que contém a informação sincronizada e centralizada dos dados capturados do posto em questão.

Quando acedido à aplicação deste, possibilita a visualização dos dados dos movimentos migratórios de todos os postos de travessia.

- **Servidor local**

É responsável por alojar a aplicação e a base de dados local. Também responsável por disponibilizar a informação dos dados capturados pelo posto a partir das máquinas ligadas na rede local, dependendo do nível de privilégio do utilizador.

- **Operadores (clientes locais)**

São as máquinas (terminais) que contêm os clientes locais. Estes comunicam-se apenas com o servidor local podendo executar a aplicação alojada no servidor local a partir de um navegador web.

3.2. Situação actual

Como já dito anteriormente, existe um servidor local no posto que por sua vez estabelece conexão com o servidor central via internet garantindo deste modo que as informações registadas no posto sejam sincronizadas com a aplicação e a base de dados central. Todas as máquinas (estações de utilizadores) do posto comunicam-se (apenas) com o servidor local. O servidor local pode estar indisponível, interrompendo deste modo o registo de movimento migratório, pelos seguintes motivos:

- i. Cortes de energia eléctrica – aquando deste acontecimento, o servidor localmente instalado não reinicia os seus serviços automaticamente, primeiro porque os geradores são de acionamento manual (por questões de contenção financeira), pois os acionadores automáticos danificam-se frequentemente, o que levou o posto a optar por usar o acionamento manual; segundo, porque quando o servidor é inicializado, o serviço de gestão de instâncias requer de assistência técnica da central de apoio devido a forma como foi implementado o seu serviço, o que aumenta o tempo da indisponibilidade do sistema.

- ii. Erros de software em produção – frequentemente, quando são lançadas novas versões do sistema, reporta-se ocorrência de erros da aplicação durante o registo de movimento migratório, tornando o estado do servidor indisponível.

Com os acontecimentos citados acima, e por não ter um tempo pré-definido para a resolução de cada problema, nota-se com frequência cidadãos a entrar e sair do país sem terem os seus dados registados no sistema de controlo migratório, o que leva ao problema de multa de sobre-estadia por mal funcionamento do sistema.

3.3. Soluções existentes

Quando o sistema detecta multa de sobre-estadia de um passageiro que pretende entrar no país, a primeira intervenção feita é pelo operador em uso do cliente na qual detectou o problema, seguindo os padrões seguintes:

- i. Se a falha for do sistema, ou seja, o passageiro nega a acusação da informação do sistema, afirmando não ter excedido o tempo de estadia anterior, é necessário que o operador verifique primeiro os movimentos de entrada e saída no posto, e se nenhum dado for encontrado, a solicitação terá de ser feita centralmente, pois os dados do movimento da pessoa poderiam ter sido capturados em outro posto; A tomada de decisão é feita após a averiguação dos resultados da investigação, na qual define se o passageiro de facto deve pagar ou não a multa.
- ii. Se a solução não for encontrada internamente, a resolução do problema é escalada para a central, para a primeira linha de suporte;

Em alguns casos, muitas das vezes depois de algum *deployment* da nova versão do sistema, novos erros ocorrem e para a sua resolução segue-se o seguinte protocolo:

- iii. O problema é reportado para a linha de suporte e assim o caso é estudado até que seja resolvido. É importante referir que na central existe duas linhas de suporte respectivamente: primeira linha de suporte e segunda linha de suporte, sendo esta segunda contactada internamente na central de atendimento. Quando a chamada é feita para a linha de suporte, ela cai directamente para a primeira linha e a mesma somente é escalada para a segunda linha quando o problema reportado não é de fácil resolução ou exige investigação mais profunda para sua

resolução, normalmente quando se trata de erros de software em produção. Depois de encontrada a solução, a segunda linha de suporte retorna por sua vez para a primeira linha e esta é quem contacta o posto a informar da resolução do problema.

Muitas das vezes o posto tem de esperar por um longo período de tempo e na maioria das vezes por um tempo indeterminado. Nestes termos, quando há enchentes no posto, se o problema reportado exceder um tempo consideravelmente longo, na maioria das vezes os operadores que fazem o registo dos movimentos migratórios sentem-se obrigados a fazer a inspeção manual dos documentos dos indivíduos, deixando fazer a travessia sem que os dados dos mesmos tenham sido introduzidos no sistema.

Do modo que o problema é resolvido actualmente, se um indivíduo de nacionalidade estrangeira pretender realizar o movimento de saída do país e o mesmo tiver feito o registo do movimento no momento de entrada, ao sair do país sem que a sua saída seja registada, da vez seguinte em que o mesmo pretender entrar no país, o sistema detectará uma multa de sobre-estadia deste mesmo indivíduo. Reporta-se ainda que em alguns casos é solicitado ao posto que providenciem ou investiguem a entrada ou saída de um ou vários indivíduos por motivos confidenciais do SENAMI e muitas das vezes nenhuma informação de movimentos (de entrada ou de saída) é encontrada no sistema devido a esses acontecimentos. Pelo posto ter uma quantidade enorme de movimentos diariamente, torna-se difícil identificar ou justificar o motivo na qual a informação procurada não consta no sistema, tendo nestes casos de contactar a linha de apoio central para suporte dessa investigação.

3.4. Análise das possíveis soluções

A seguir são especificadas algumas possíveis soluções que auxiliam na análise e decisão da melhor escolha da proposta de solução.

3.4.1. Redundância do servidor local

Esta solução consiste em replicar o servidor já existente de forma com que se um dos servidores falhasse, o outro entrasse em funcionamento evitando paragem do registo de movimentos migratórios.

A vantagem desta solução faz-se sentir quando o problema da interrupção está relacionada com erros do software, visto que no momento em que uma das réplicas para, a outra entra em funcionamento permitindo o registo contínuo de movimentos e deste modo encontra-se tempo para a análise e resolução do problema que causou paragem do outro servidor.

A mesma solução entra em desvantagem quando o problema é causado pela interrupção de corrente eléctrica. Neste caso corre-se risco de ter um maior prejuízo, pois ambos os servidores estariam expostos a cortes de corrente repentinos e os seus equipamentos poderiam ser prejudicados a dobrar. Embora possa ser resolvido com o uso de estabilizadores para amenizar os danos, ainda assim não resolveria o problema de paragem dos serviços do servidor, na qual levaria tempo para estes serem reinicializados.

3.4.2. Aplicação baseada na web

Esta solução consiste na arquitectura Cliente-Servidor. O posto não teria nenhum servidor local, no entanto, todas as máquinas do posto seriam os clientes que comunicariam-se com o servidor central. O servidor estaria centralizado, ou seja, o servidor contendo a aplicação e a base de dados seriam geridos centralmente, podendo a aplicação ser acessada, deste modo por todos os postos de travessia. A solução consiste em ter uma conexão inteiramente baseada em web.

A vantagem da implementação desta solução está em relação ao acesso dos dados dos movimentos migratórios, visto que todos os postos iriam aceder a mesma aplicação centralizada e por consequência os dados de todos os postos estariam visíveis para qualquer posto, e deste modo minimizaria o tempo de investigação aquando de um problema que necessitasse de uma consulta geral.

Porém, nesta implementação verifica-se vários factores limitadores na qual as mais importantes são mencionadas a seguir:

- i. Aquando de um problema (corte de corrente eléctrica ou erro de software), todos os postos estariam parados no processo de registo de dados devido a sua dependência. O problema de corte da corrente eléctrica pode ser de fácil

- resolução, visto que para esta implementação teriam somente de investir em um único ponto (a central) para prevenção de danos e garantia de ter os serviços activos a todo o tempo. Por outro lado, quando houvesse problemas de software poder-se-ia também ser resolvidos com a redundância do mesmo, no entanto, os custos seriam um elemento limitador para a implementação das duas soluções, visto que nesta implementação o servidor contém os dados de todos os postos e sua perda teria um impacto negativo;
- ii. Para a implementação da redundância do servidor central a limitação seria na aquisição do próprio servidor visto que o mesmo deveria ser capaz de armazenar dados de todos os postos e o custo da sua implementação é bastante elevado;
 - iii. O acesso e segurança dos dados estaria mais fragilizada. Tendo em conta que para aceder a aplicação iria se depender mais de vários acessos web para um servidor centralizado, e o mesmo estaria vulnerável a ataques cibernéticos.

Capítulo IV: Modelo da solução proposta

Este capítulo irá descrever o modelo da solução proposta do problema identificado no capítulo anterior. Porque a solução proposta é baseada na solução em produção no SENAMI, a descrição a ser feita neste capítulo irá cingir-se nos requisitos e casos de uso, não podendo mostrar outros detalhes de implementação para não comprometer a segurança do sistema de informação em uso actualmente no SENAMI.

4.1. Descrição da solução proposta

O problema identificado é originado fundamentalmente por duas razões:

- i. Indisponibilidade do servidor local por este estar desligado devido à corte de corrente eléctrica;
- ii. Indisponibilidade do servidor local por erros de software em produção.

Para evitar os problemas causados pelas consequências da indisponibilidade do servidor local propõe-se a implementação de um sistema usando um servidor *JSON* para

armazenamento temporário de dados (nos momentos de indisponibilidade do servidor local) em todos os terminais locais (clientes locais) usados para o registo de movimentos migratórios.

O servidor *JSON* deverá estar sempre disponível para uso imediato quando for necessário. Durante a captura de dados, ao invés de guardar os dados em uma base de dados, os dados serão guardados em uma pasta em ficheiros com o formato *JSON*.

A sincronização dos dados armazenados no servidor *JSON* será feita no momento em que for re-estabelecida a ligação entre os terminais locais e o servidor local.

A interface gráfica do sistema para o utilizador será implementada de forma mais ou menos semelhante com que o sistema actual apresenta, com a adição de alguns campos de funcionalidades extras (exemplo: preparação de dados para envio, envio de dados para o servidor, etc). O modelo de dados também permanece o mesmo que está em uso, que por questões de segurança e privilégios não poderá ser anexado neste trabalho.

Por outro lado, a interface gráfica do sistema correntemente em uso teria de sofrer algumas mudanças (adições) nos campos para poder receber as funcionalidades de recepção de dados vindos do servidor *JSON*.

A solução proposta segue a arquitectura que se segue:

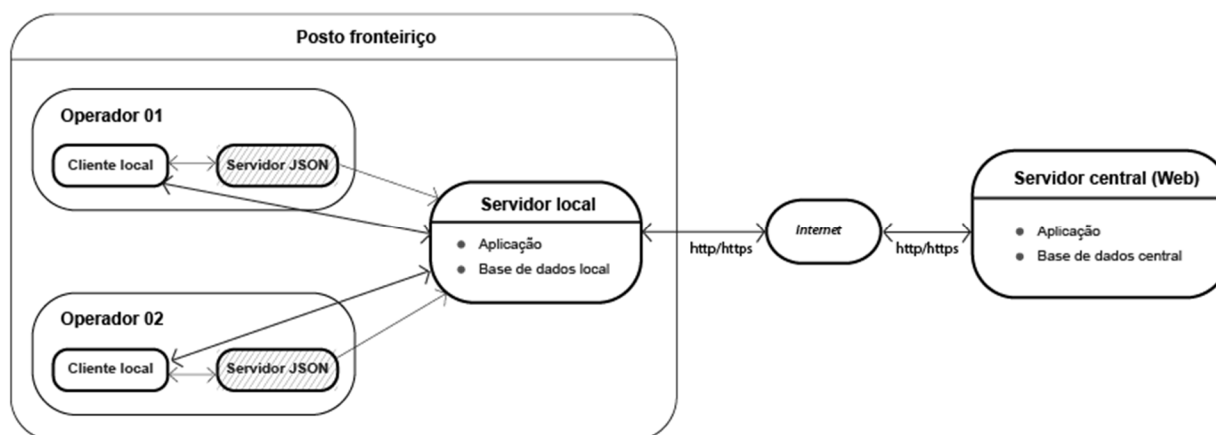


Figura 4: Arquitectura da solução proposta

4.2. Requisitos do sistema

Os requisitos de sistema definem, detalhadamente, as funções, os serviços, e as restrições operacionais do sistema (Sommerville, 2007). Ainda de acordo com Sommerville (2007), os requisitos de sistemas de software são, frequentemente, classificados em requisitos funcionais, requisitos não funcionais e requisitos de domínio.

Por convenção, os requisitos neste trabalho, são identificados do seguinte modo: [*tipo de requisito, seguido de uma travessão e identificador numérico de requisito*], onde tipo de requisito pode ser, requisito funcional (RF) ou requisito não funcional (RNF) e o identificador numérico, um número natural com dois algarismos (por exemplo, 01). *Por exemplo: requisito funcional número um* será identificado como *RF – 01*.

Para estabelecer a prioridade de requisitos foram adoptadas as classificações alta, média e baixa, descritas na tabela seguinte.

Tabela 1: Classificação dos requisitos segundo sua prioridade

Prioridade	Descrição
Alta	O requisito tem que ser implementado obrigatoriamente. Sem este requisito o sistema não entra em funcionamento da maneira satisfatória.
Média	O requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e utilizado mesmo assim.
Baixa	O requisito não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, sem ele o sistema pode funcionar de forma satisfatória.

4.2.1. Requisitos funcionais

Requisitos funcionais são as declarações de serviços que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a entradas específicas, como o sistema deve se comportar a

determinadas situações. Estes estão directamente relacionados às funções específicas fornecidas pelo sistema (Sommerville, 2007).

Tendo em consideração o problema identificado no capítulo anterior foram identificados e descritos os requisitos funcionais para atender as necessidades do utilizador final do sistema.

Tabela 2: Descrição de requisitos funcionais

#	Descrição	Prioridade
RF-01	O sistema deve permitir aos administradores registar os utilizadores	Alta
RF-02	O sistema deve permitir aos administradores atribuírem privilégios aos utilizadores	Média
RF-03	O sistema deve permitir aos administradores enviarem os dados registados para o sistema principal (sistema em uso corrente)	Alta
RF-04	O sistema deve permitir aos utilizadores visualizarem relatórios de desempenho	Média
RF-05	O sistema deve permitir autenticação dos utilizadores	Alta
RF-06	O sistema deve permitir encerrar sessão dos utilizadores, para garantir controlo de acesso	Alta
RF-07	O sistema deve permitir aos utilizadores extrair relatórios de desempenho	Média
RF-08	O sistema deve permitir que se seja possível escolher o tipo de registo a usar	Alta
RF-09	O sistema deve permitir registar dados dos passageiros (movimento migratório)	Alta
RF-10	O sistema deve permitir mudar tipo de registo de passageiros	Alta

4.2.2. Requisitos não funcionais

De acordo com Sommerville (2011), os requisitos não funcionais não estão directamente relacionados às funções específicas fornecidas pelo sistema, sendo que eles geralmente especificam desempenho, apresentação, disponibilidade, ou outros.

Os requisitos não funcionais do sistema são apresentados a seguir:

Tabela 3: Requisito não funcionais

#	Descrição
RNF-01	O sistema deverá ter interface amigável, isto é, deverá conter menus e botões de acesso que facilitem a localização e execução de qualquer funcionalidade. A interface será apresentada em língua portuguesa
RNF-02	O sistema deverá gerar relatórios de desempenho em formato “.pdf3”
RNF-03	O sistema deverá estar disponível para acesso vinte e quatro (24) horas por dia, sete (7) dias por semana.
RNF-04	Relativamente ao tempo de resposta, o sistema deverá responder as requisições feitas em curtos intervalos de tempo. Neste sentido, para cada interação ou consulta no sistema, o tempo de resposta não pode ultrapassar cinco (5) segundos.
RNF-05	O sistema deverá suportar processamento multiutilizador, ou seja, vários utilizadores poderão operar o sistema ao mesmo tempo.
RNF-06	O sistema deverá permitir a autenticação e autorização dos utilizadores. E deverá conter mecanismos de encriptação de senhas fornecidas ao utilizador.

4.3. Casos de uso do sistema

Um caso de uso especifica o comportamento de um sistema ou parte de um sistema e é uma descrição de um conjunto de sequências de acções, incluindo variantes, que um sistema executa para produzir um resultado observável de valor para um actor (Booch, et al., 1999). Neste sentido, tem por finalidade descrever que utilizadores devem usar que funcionalidades do sistema de *software*.

4.3.1. Descrição dos actores

Na tabela a seguir são descritos os actores do sistema:

Tabela 4: Descrição dos utilizadores do sistema

Actor	Descrição
Administrador	Esta entidade é referente ao administrador do sistema, ou seja, utilizador na qual faz a gestão do sistema.
Operador	Esta entidade é referente ao utilizador alvo para o qual o sistema foi desenhado para exercer suas actividades.

4.3.2. Diagrama de casos de uso

O diagrama de casos de uso da aplicação é apresentado a seguir:

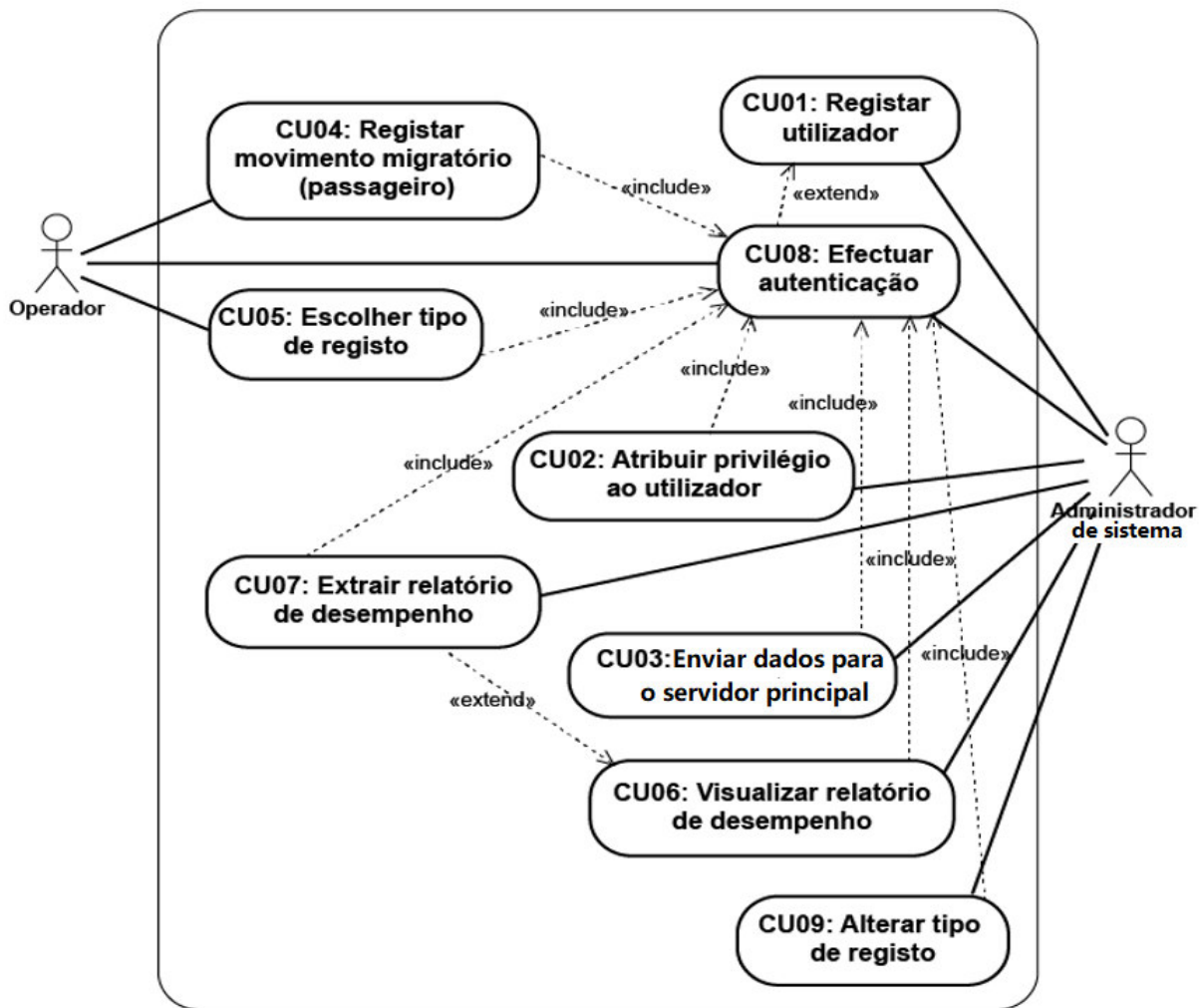


Figura 5: Diagrama de casos de uso do sistema

4.3.3. Descrição dos principais casos de uso

As descrições dos casos de uso apresentados no diagrama acima são descritas a seguir:

Tabela 5: Descrição do caso de uso registar utilizador

CU01: Caso de uso registar utilizador	
Actor:	Administrador de sistema

Descrição:	O propósito deste caso de uso é registar um utilizador (operado), para posteriormente atribuir-lhe os privilégios necessários de modo que ele possa operar.
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-01
Pré-condição:	O administrador deve estar registado e ter acesso ao sistema

Tabela 6: Descrição do caso de uso atribuir privilégio ao utilizador

CU02: Atribuir privilégio ao utilizador	
Actor:	Administrador de sistema
Descrição:	Este caso de uso permite ao administrador do sistema atribuir privilégios a um utilizador (operador).
Prioridade:	Média
Referências:	RF-02
Pré-condição:	Existir um utilizador registado no sistema

Tabela 7: Descrição do caso de uso remover conta do utilizador

CU03: Enviar dados para o servidor principal	
Actor:	Administrador de sistema
Descrição:	O propósito deste caso de uso é de possibilitar ao administrador do sistema enviar ou transferir todos os dados registados para o servidor principal
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-03
Pré-condição:	Estar autenticado; O sistema deve ter algum dado registado

Tabela 8: Descrição do caso de uso registrar dados do passageiro (movimento migratório)

CU04: Registrar dados do movimento migratório	
Actor:	Operador
Descrição:	Este caso de uso consiste em fazer a captação de dados dos documentos dos passageiros no sistema.
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-09
Pré-condição:	Estar autenticado; Ter permissões que lhe permita registrar dados no sistema.

Tabela 9: Descrição do caso de uso escolher tipo de registo

CU05: Escolher tipo de registo	
Actor:	Operador
Descrição:	O operador deverá ter a possibilidade de escolher o tipo de registo que pretende operar (manual ou automatizado)
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-08
Pré-condição:	Ter privilégios que lhe permita registrar dados no sistema.

Tabela 10: Descrição do caso de uso visualizar relatório de desempenho

CU06: Visualizar relatório de desempenho	
Actor:	Administrador de sistema
Descrição:	O administrador poderá visualizar o relatório de desempenho de todos utilizadores registados no sistema.
Prioridade:	Média

Referência:	RF-04
Pré-condição:	Estar autenticado;

Tabela 11: Descrição do caso de uso extrair relatório de desempenho

CU07: Extrair relatório de desempenho	
Actor:	Administrador de sistema
Descrição:	O administrador poderá imprimir o relatório de desempenho a qualquer momento.
Prioridade:	Média
Referência:	RF-07
Pré-condição:	Estar autenticado; Ter privilégios que lhe permita visualizar o relatório;

Tabela 12: Descrição do caso de uso efectuar autenticação

CU08: Efectuar autenticação	
Actor:	Administrador de sistema; operador
Descrição:	O propósito deste caso de uso é ...
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-05
Pré-condição:	Utilizador deve estar registado no sistema

Tabela 13: Descrição do caso de uso alterar tipo de registo

CU09: Alterar tipo de registo	
Actor:	Operador

Descrição:	O operador deverá ter a possibilidade de mudar o tipo de registo de forma manual (inserção de dados em cada campo) para a forma automatizada (scan do documento) e vice-versa.
Prioridade:	Alta
Referência:	RF-10
Pré-condição:	Operador registado no sistema e com privilégio de registar utilizador

4.4. Arquitectura do sistema

A arquitectura detalhada da implementação do sistema é apresentada na figura a seguir:

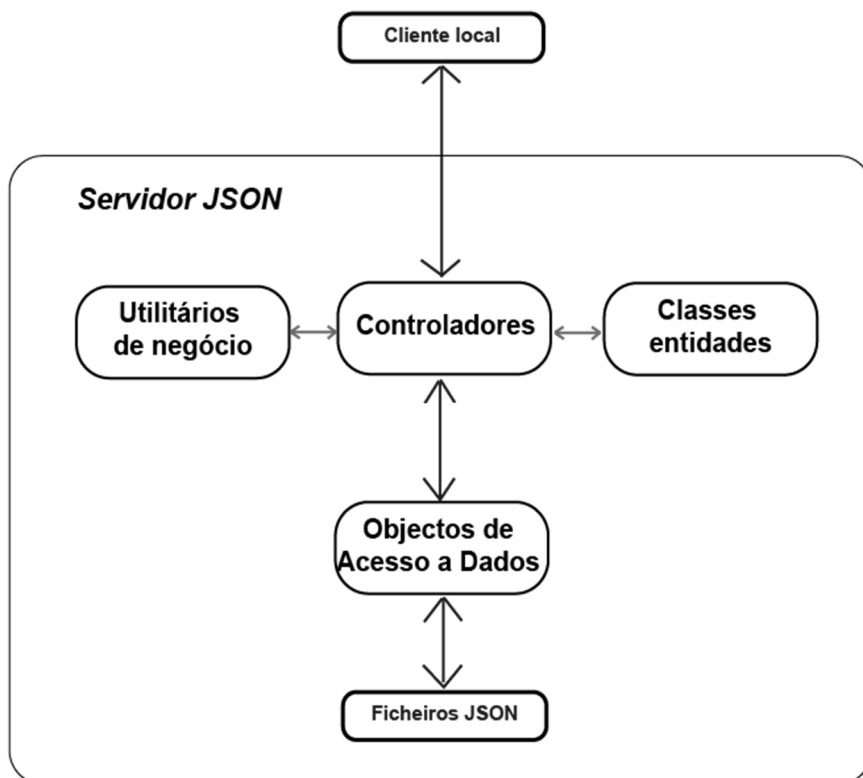


Figura 6: Arquitectura detalhada da implementação do sistema

4.5. Ferramentas a utilizar na implementação do modelo

Tabela 14: Descrição de tecnologias usadas para o desenvolvimento do protótipo

Tecnologia	Denominação	Descrição	Justificativa
------------	-------------	-----------	---------------

PHP ⁵	Linguagem de programação	É uma linguagem de uso geral, focado no script do lado do servidor, muito utilizada, e especialmente adequada para o desenvolvimento web e pode ser embutida dentro do HTML.	Actualizações consistentes; Os custos de manutenção em um servidor são reduzidos
Bootstrap	Framework (Visual)	É um <i>framework</i> de css.	Funciona nos principais navegadores actuais (Chrome, Safari, Firefox, IE); Fácil de reestruturar os padrões.
MySql	Sistema de gestão de base de dados	É um sistema de gestão de base de dados relacionais que utiliza a linguagem SQL, que é usada e executar tarefas como inserir, remover, actualizar e listar dados de uma base de dados.	Fácil instalação e configuração. É gratuito.
Laravel	Framework (Lado servidor)	É um <i>framework</i> PHP para desenvolvimento web que utiliza a arquitetura MVC6. Ele ajuda a desenvolver aplicações usando uma linguagem simples e expressiva.	É um <i>framework</i> PHP, apresenta uma rica documentação e uma vasta comunidade de desenvolvedores activos.
Angularjs	Framework (Lado do cliente)	É um framework de javascript que utiliza a arquitectura MVC.	É compatível com qualquer outra tecnologia que siga padrões internacionais

Capítulo V: Discussão de resultados

Para atender ao objectivo geral deste trabalho ‘Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório do SENAMI’, recorreu-se à revisão da literatura, de seguida fez-se o estudo de campo onde foram apuradas as dificuldades que os operadores (funcionários) enfrentam face à inoperabilidade do Sistema, por fim fez-se uma análise comparativa das possíveis soluções aplicáveis. Com base nos resultados obtidos nestas três etapas, foi concebido um modelo de integração e interoperabilidade entre Sistemas de Controlo Migratório para atender os problemas identificados.

5.1. Revisão de literatura

Na revisão de literatura buscou-se averiguar as formas disponíveis para resolução do mesmo fazendo discrição das diversas formas de implementação que abrangem esta problemática. Buscou-se de igual modo esclarecer conceitos ligados a integração, interoperabilidade e apresentar as arquitecturas de sistemas de que se aplicam ao tema. Neste capítulo autor optou por limitar-se no escopo do universo na qual se fazia o estudo de caso.

5.2. Pesquisa de campo

Na pesquisa de campo, foi considerada como caso de estudo o Posto de Travessia de Ressano Garcia e foi inquirido aos chefes de turnos por meio de entrevistas e aos operadores por meio de questionário, buscando validar o nível de relevância dos problemas apresentados. Do estudo feito no local e nas observações em que o autor pôde notar, constatou-se que a causa principal do mau funcionamento do sistema actual advém da inoperabilidade temporária do sistema que pode ser causado pelos seguintes motivos:

- Corte de corrente eléctrica;
- Falha / erros do software em produção.

Havendo um dos problemas acima citados, surge o problema que é a de cobrança de multas de sobre-estadia por erro do sistema devido à inexistência de informação na base de dados, informação esta perdida quando este encontrava-se indisponível.

5.3. Modelo de Implementação

Para além das respostas obtidas a partir das entrevistas e questionários, o modelo de implementação foi fortemente influenciado pela comparação das propostas de soluções com a implementação actual.

O autor concluiu que as vantagens de cada tipo de implementação proposta eram superadas pelas desvantagens que as mesmas apresentavam, pelo que a melhor abordagem seria, portanto, manter a solução existente e simplesmente adicionar uma outra implementação sem que fosse necessário envolver custos adicionais de recursos físicos e que garante com que todos os dados sejam à posterior transferidos e armazenados na base de dados do servidor local quando este estivesse funcional, de forma com que estas duas implementações juntas interoperem.

Capítulo VI: Conclusões e recomendações

6.1. Conclusões

Tendo em conta os objectivos estabelecidos para este trabalho e após a realização do mesmo em conformidade seguindo a metodologia proposta, conclui-se o seguinte:

A exposição feita no caso de estudo possibilitou o conhecimento das actividades cruciais para o funcionamento do controlo de movimento migratório, bem como as entrevistas feitas aos chefes de turno e os questionários em alguns funcionários, ponto este que foi indispensável para a proposta de solução.

O estudo realizado permitiu auferir o impacto da ausência de uma solução flexível na resolução dos problemas actualmente existentes no posto, e através das observações feitas pelo autor conclui-se que esta ausência contribui para que problemas do mesmo género surjam com mais frequência registando maiores probabilidades de falhas do sistema.

Os problemas do modelo actual encontram-se fundamentalmente ligados à indisponibilidade do serviço que é causado por cortes de corrente eléctrica e por erros do software em produção, o que provoca a interrupção do registo de movimentos migratórios, podendo originar mais tarde o problema de multa de sobre-estadia.

Os conceitos de integração e interoperabilidade estudados são complementares e cruciais para a implementação da solução proposta, visto que ela requer que haja uma transferência de informação do sistema proposto para o novo.

De uma forma geral, o objectivo geral deste trabalho foi alcançado, pois foi possível estudar diferentes formas de resolver o problema apresentado e apresentar a respectiva proposta de solução cumprindo com todos objectivos específicos definidos no capítulo I.

6.2. Recomendações

Em função da limitação de tempo durante a realização do presente trabalho, desenvolveu-se e apresentou-se somente as funcionalidades básicas do modelo proposto para a resolução do problema actual, desta forma torna-se relevante a continuação do desenvolvimento do mesmo para a melhoria da solução proposta.

Um outro ponto a destacar é o estudo de caso, acredita-se que estudar outras populações pode influir bastante na definição de requisitos para a resolução dos problemas citados, sendo assim, o autor recomenda que futuros trabalhos estudem diferentes Postos de Travessias para averiguar como o problema de multa de sobre-estadia no sistema de controle migratório pode ser resolvido tendo em conta diferentes realidades.

O autor recomenda ainda capacitar pelo menos um funcionário do posto de travessia com conhecimentos básicos na área de tecnologias de informação para uma formação interna sobre resolução de problemas relacionados ao mal funcionamento do sistema. É indispensável que o posto faça parte deste processo pois reduziria consideravelmente o tempo de espera na resolução dos problemas.

7. Bibliografia

7.1. Referências bibliográficas

Booch, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I., 1999. *The Unified Modeling Language User Guide*. 2nd ed. s.l.:Addison-Wesley.

Brunno, 2015. *Web Services REST versus SOAP*. [Online] Available at: <https://www.devmedia.com.br/web-services-rest-versus-soap/32451> [Acedido em 09 02 2022].

Castells, M., 2004. *The Network Society: A Cross-Cultural Perspective*. s.l.:s.n.

Coulouris, G., Dollimore, J. & Kindberg, T., 2007. *SISTEMAS DISTRIBUÍDOS: CONCEITOS E PROJETO*. 4th ed. São Paulo: Bookman Companhia Editora.

Coulouris, G., Dollimore, J., Kindberg, T. & Blair, G., 2012. *DISTRIBUTED SYSTEMS: Concepts and Design*. 5th ed. Boston: Addison-Wesley.

Eis, D. & Ferreira, E., 2012. *HTML5 e CSS3 com Farinha e Pimenta*, São Paulo, Brasil: Tableless.com.br.

Fileto, R., 2006. *Curso de Sistemas de Informação*. s.l.:s.n.

Gil, A. C., 2008. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6a ed. São Paulo: Atlas.

Girardet, H., 2000. *Earth Summit 2002: A New Deal*. Taylor & Francis ed. s.l.:F. Dodds, Ed..

Kshemkalyani, A. D. & Shingal, M., 2008. *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. 1st ed. New York: Cambridge University Press.

Marconi, M. d. A. & Lakatos, M. E., 2003. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5th ed. São Paulo: Editora Atlas.

Moçambique, A. d. R. d., 2014. *Lei n. 04/2014 de 5 de Fevereiro*. Maputo: Boletim da República de Moçambique.

Silberschatz, A., Korth, H. F. & Sudarshan, S., 2005. *Database System Concepts*. s.l.:McGraw Hill.

SOMMERVILLE, I., 2004. *Software engineering, 7th*. s.l.:Adilson-Wesley.

Sommerville, I., 2007. *Engenharia de Software*. 8 ed. São Paulo: Pearson Addison Welsey.

Sommerville, I., 2011. *Software Engineering*. 9a ed. s.l.:Pearson Education, Inc..

Stuttard, D. & Pinto, M., 2011. *The Web Application Hacker's Handbook: Finding and Exploiting Security Flaws*. 2nd ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Tanenbaum, A. S. & Steen, M. V., 2006. *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. 2nd ed. Amsterdam: Pearson Prentice Hall.

6.2. Outra bibliografia consultada

Fonseca, João José Saraiva. 2002. Metodologia da Pesquisa Científica. Ceará, Brasil : s.n., 2002.

Anexos

Anexo 1. Guião de entrevista para o chefe do posto



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO: LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

**Proposta de um Modelo de Integração e Interoperabilidade entre Sistemas de
Controlo Migratório do SENAMI**
Caso de estudo: Posto de Travessia de Ressano Garcia

GUIÃO DE ENTREVISTA

Contextualização

O SENAMI tem como funções gerais controlar o movimento migratório através das fronteiras nacionais, fiscalizar a permanência de cidadãos estrangeiros no território Nacional. No âmbito do controlo Migratório, o SENAMI procede com a gestão do movimento migratório através do controlo de entrada e saída de pessoas do território Nacional, nos Postos de Travessia.

Neste contexto, o SENAMI possui um sistema de controlo migratório que permite fazer essa gestão no qual todos os dados coletados durante o processo de registro do movimento migratório tem a sua relevância para a posterior análise macroeconómica, demográfica de segurança e a sua ausência ou incoerência na captura poderá impactar no futuro do país, visto que haverá falta de informação de qualidade efectuando tais análises, o que pode levar à conclusões erradas e consequentemente desenho de políticas ineficazes.

O objectivo da presente entrevista é de perceber qual é o procedimento realizado pela instituição na falha deste.

1. A instituição possui alguma política ou procedimento de registo de dados/ informação quando o sistema falha?

1.1. Se sim, comente qual e como é feito esse registo de informação?

2. Quais são os principais problemas resultantes falha do sistema?

3. Quais são os principais motivos que levam a causa dessa falha?

3.1. É possível evitar que tais motivos causem esse problema?

3.2. Se sim, comente como evitar?

4. O que é feito para a resolução dos problemas quando estes ocorrem?

5. Ajudaria a instituição ter um sistema alternativo que interoperava e que funcionaria como backup no caso de um problema com o sistema?

5.1. Se sim, de que maneira esse sistema pode contribuir para o melhoramento dos processos de gestão do movimento migratório?

6.0. Que recomendações deixa para o sistema alternativo que se pretende desenvolver?

Anexo 2. Guião do questionário para operadores

1. Que função exerce no posto?

Guarda fronteiriço

Operador do registo de movimento migratório

Chefe do turno

Adjunto chefe to turno

2. Alguma vez usou o sistema de registo de movimento migratório?

SIM

NÃO

2.1. Já enfrentou algum problema com o sistema?

SIM

NÃO

2.2. Se já tiver enfrentado descreva como aconteceu.

3. Como classifica o processo de resolução dos problemas ocorrentes?

EXCELENTE

BOM

MAU

PÉSSIMO

4. Qual é o procedimento para reportar um problema até chegar a sua resolução?

5. Qual é o tempo médio para a resolução dos problemas ocorridos?

6. Um sistema para o uso alternativo ajudaria no processo de registo enquanto se espera para a resolução do problema no sistema principal?

SIM

NÃO

7. Que vantagem traria o Sistema alternativo para o posto?

Anexo 3. Diagramas de Sequências

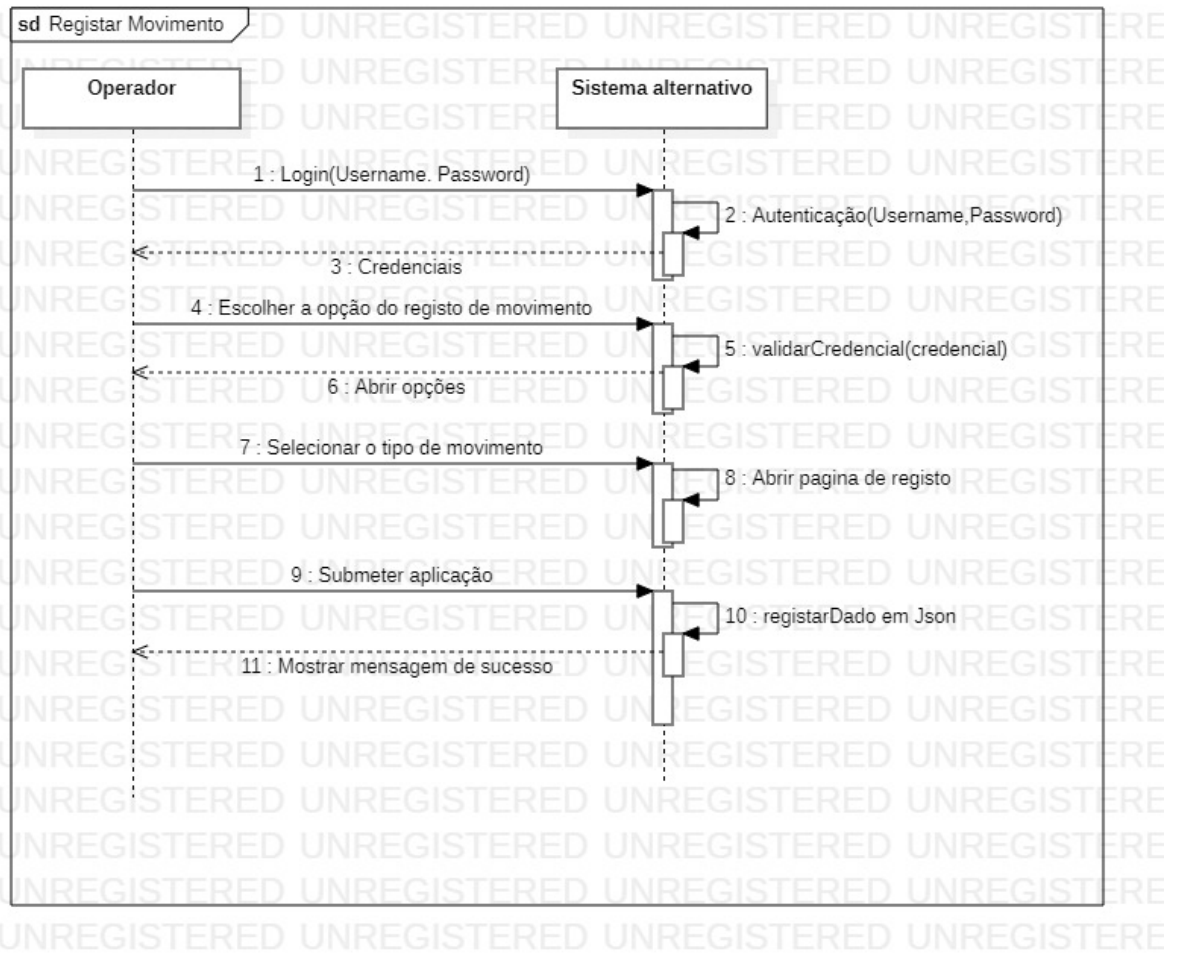


Figura A3 – 1: Diagrama de sequencia: registrar movimento

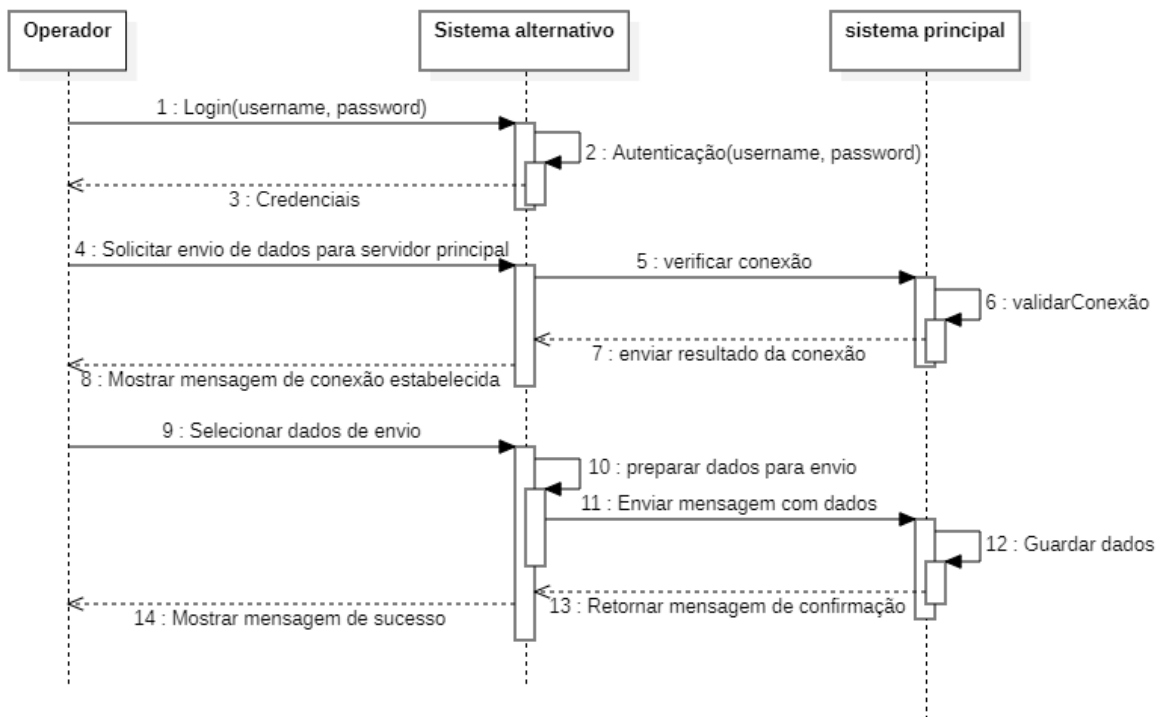


Figura A3 – 2: Diagrama de sequencia: enviar dos ao o servidor principal

Anexo 4. Diagramas de actividades

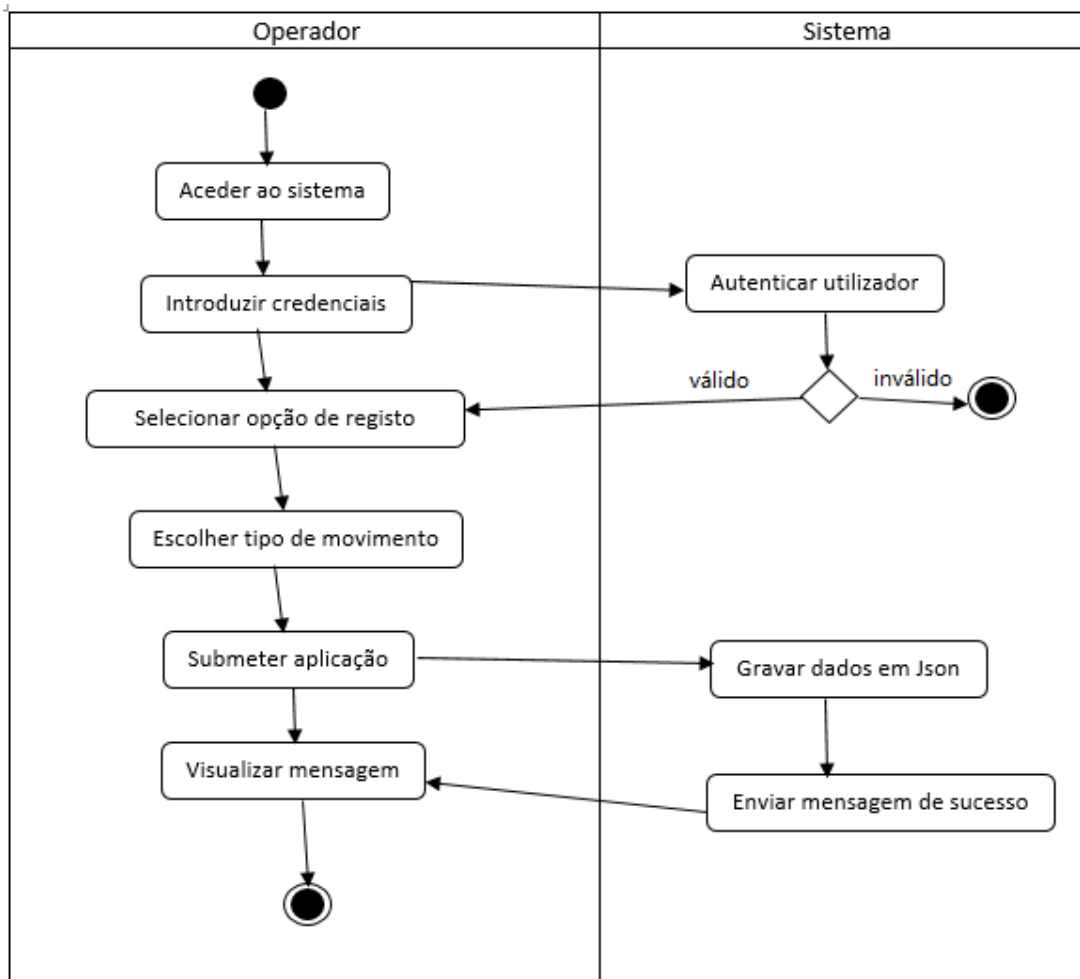


Figura A4-1: Diagrama de actividades: registar movimentos

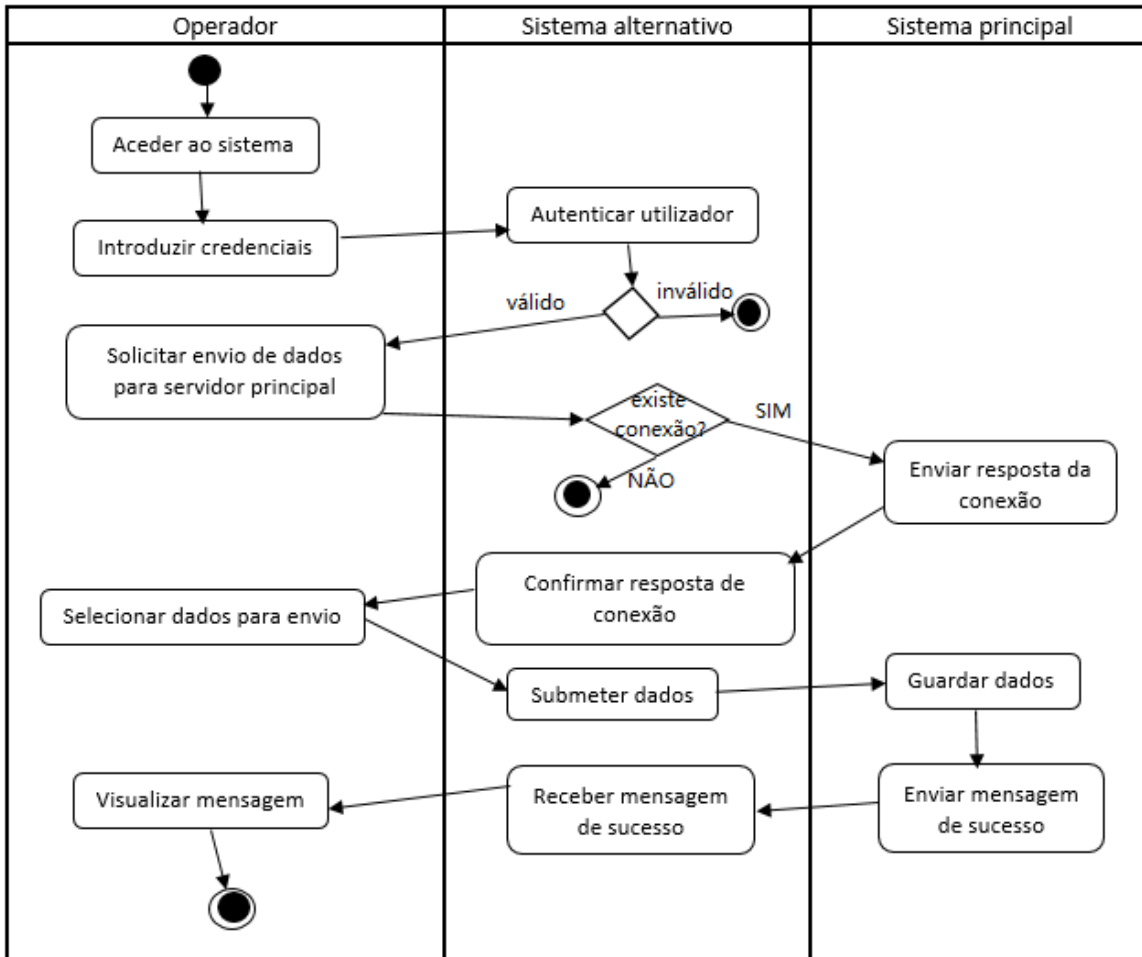


Figura A4-2: Diagrama de actividades: enviar dados ao servidor principal

Anexo 5. Protótipo

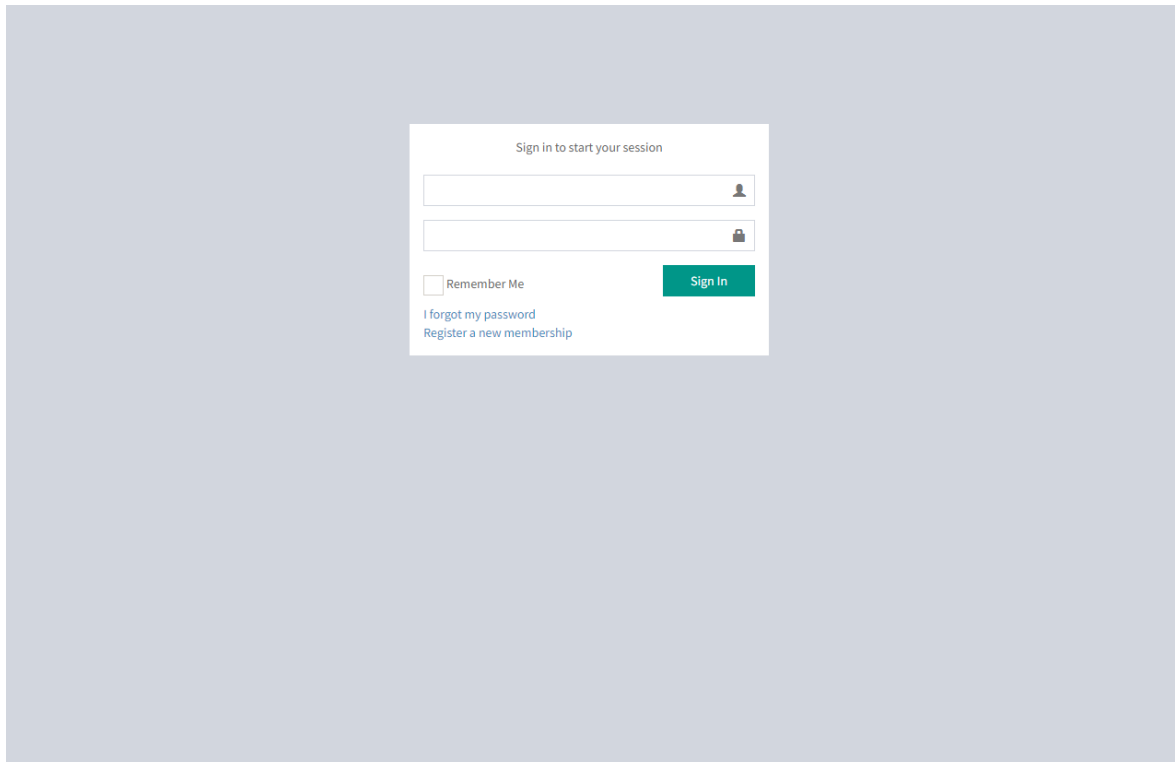


Figura A5-1: Página inicial do protótipo

REGISTO DE MOVIMENTO MIGRATÓRIO

ESCOLHA O TIPO DE REGISTO

ENTADA
 SAÍDA

Confirme antes de continuar.

Confirmar o Tipo
Voltar aos Modos

DADOS DEMOGRÁFICOS

Nome* Apelido*

Data de Nascimento* Número de Identificação*

Nacionalidade* Género*

DADOS DO DOCUMENTO

Tipo do Documento* Número do Documento*

Válido Até* Entidade Emissora*

DADOS DA VIAGEM

Motivo da Viagem Contacto

Número da Matrícula Local de Hospedagem

Provincias Distrito

É Residente?
 Sim Não

Local de Residência

DADOS DO VISTO

Tipo de Visto* Número do Documento*

Válido Até* Local de Emissão*

Cancelar Submeter

Copyright © 2022 Presentation. All rights reserved. 08:07 21/07/2022

Figura A5-2: Página principal do protótipo