



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Uma Arquitetura de Ecossistemas de Software para Hospitais Universitários da Rede EBSERH

Dissertação de Mestrado

André Teixeira de Frades



São Cristóvão – Sergipe

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

André Teixeira de Frades

**Uma Arquitetura de Ecossistemas de Software para Hospitais
Universitários da Rede EBSEH**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Sergipe para a obtenção do título de mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adicinéia Aparecida de Oliveira

São Cristóvão – Sergipe

2019

André Teixeira de Frades

Uma Arquitetura de Ecossistemas de Software para Hospitais Universitários da Rede EBSEH/ André Teixeira de Frades. – São Cristóvão – Sergipe, 2019.

106 p.: il. (algumas color.); 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adicinéia Aparecida de Oliveira

Dissertação de Mestrado – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO, 2019.

1. ecossistemas de *software*. 2. arquitetura de ecossistemas de *software*. 3. interoperabilidade. 4. EBSEH. I. Orientadora Prof^a. Dr^a. Adicinéia Aparecida de Oliveira. II. Universidade Federal de Sergipe. IV. Uma Arquitetura de Ecossistemas de Software para Hospitais Universitários da Rede EBSEH.

CDU 02:141:005.7

André Teixeira de Frades

**Uma Arquitetura de Ecossistemas de Software para Hospitais
Universitários da Rede EBSEH**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Sergipe para a obtenção do título de mestre em Ciência da Computação.

Trabalho aprovado. São Cristóvão – Sergipe, 05 de Dezembro de 2019.

Prof.ª. Dr.ª. Adicinéia Aparecida de Oliveira
Orientadora

**Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do
Nascimento**
Avaliador Interno

Prof. Dr. Paulo Caetano da Silva
Avaliador Externo

São Cristóvão – Sergipe
2019

Resumo

A interoperabilidade entre os sistemas das organizações envolvidas em um ecossistema possibilita melhor desempenho, redução de custos e de erros operacionais. Os Hospitais Universitários (HU) são organizações de natureza complexa, devido à existência de diversas especificidades em relação aos seus processos, protocolos, legislações, sistemas, entre outros. Esses fatores tornam fundamental a interoperabilidade entre os elementos, sendo um objetivo distante e laborioso. Uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* (ECOS) pode facilitar o gerenciamento de ambientes complexos, caracterizados por alta heterogeneidade de sistemas e processos. Nesse cenário, o objetivo deste trabalho é propor uma Arquitetura de ECOS, com a finalidade de fomentar futuras melhorias na interoperabilidade dos sistemas desenvolvidos, do ponto de vista dos diversos atores no contexto da Rede de HU da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). Inicialmente, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura, com a premissa de identificar as aplicações de arquiteturas de ecossistemas na área da saúde. Em seguida, um *survey* foi aplicado aos gestores dos hospitais da rede EBSERH, para caracterização do cenário atual dos HU em relação aos aspectos de ECOS. Por fim, uma arquitetura de ECOS e um guia de implantação foram elaborados, sendo seguidos de duas avaliações da saúde do ECOS em dois hospitais da rede. Para o estado da arte, identificou-se que as arquiteturas propostas têm como principal objetivo a interoperabilidade semântica, sendo a troca de mensagens a principal abordagem. Entre os principais padrões ou tecnologias estão: HL7, XML e SNOMED. Quanto ao *survey*, os resultados apontaram baixa interoperabilidade entre sistemas e organizações, devido a fatores como alta fragmentação dos sistemas, uso insuficiente de padrões e alta discrepância entre os hospitais, principalmente em relação ao número de funcionários, a infraestrutura de Tecnologia da Informação instalada e, muitas vezes, ausência de desenvolvimento de *software*. A Arquitetura de ECOS proposta, apresentou potencial para fomentar a interoperabilidade no ECOS dos hospitais da rede EBSERH, considerando a legislação e cenário atual dos hospitais. Entretanto, é necessário transpor barreiras para a implementação desta arquitetura, exigindo um empenho dos atores envolvidos.

Palavras-chave: ecossistemas de *software*, arquitetura de ecossistemas de *software*, interoperabilidade, hospitais universitários.

Abstract

Promoting interoperability among systems of organizations involved in an ecosystem enables better performance, and reduction of costs and operational errors. University Hospitals (UH) are complex nature organizations because there are several specificities related to their processes, protocols, legislation, systems, among others. These factors make fundamental the interoperability among these elements, being a distant and diligent goal. Software Ecosystem (SECO) Architecture can facilitate the management of complex environments, characterized by the high heterogeneity of systems and process. In this scenario, the objective of this work is propose a SECO Architecture, to promote future improvements in the interoperability of the developed systems, from the point of view of the various actors in the context of the UH Network of the Brazilian Hospital Services Company (EBSERH). Initially, a Systematic Mapping Study was performed, with the assumption of identifying applications of ecosystem architectures in the field of health. Then, a survey was applied to hospital managers of the EBSEHR network, to characterize the current scenario of UH about the aspects of SECO. Finally, a SECO architecture and a deployment guide were developed, followed by two SECO health assessments in two hospitals of the EBSEHR network. For the state of the art, it was identified that the proposed architectures have as main objective the semantic interoperability, being the message exchange the main approach. The standards or technologies are HL7, XML, and SNOMED. The results of the survey showed low interoperability between systems and organizations, because of high system fragmentation, insufficient use of standards and a high discrepancy among hospitals, especially concerning the number of employees, the installed Information Technology infrastructure, and often lack of software development. The proposed SECO Architecture has presented potential to promote SECO interoperability of EBSEHR network hospitals, considering the current legislation and scenario of hospitals. However, overcoming barriers to the implementation of this architecture is essential, requiring the commitment of actors involved.

Keywords: software ecosystem, software ecosystem architecture, interoperability, university hospitals.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxo Metodológico.	15
Figura 2 – Escopo dos Níveis de Interoperabilidade.	18
Figura 3 – Ecossistema Android.	20
Figura 4 – Escopo Arquitetura de Ecossistema de <i>Software</i>	21
Figura 5 – Interação entre as estruturas.	22
Figura 6 – Visão Geral da arquitetura <i>Aiki</i>	23
Figura 7 – Fluxo do Mapeamento.	27
Figura 8 – Ano de Publicação dos Artigos Selecionados.	29
Figura 9 – Países de Publicação dos Artigos Selecionados.	29
Figura 10 – Linguagem(ns) de programação adotada(s).	36
Figura 11 – Plataforma(s) de desenvolvimento adotada(s).	36
Figura 12 – Ferramentas de versionamento adotada(s).	37
Figura 13 – Ferramenta(s) de registro dos requisitos adotada(s).	37
Figura 14 – Padrão(es) de desenvolvimento adotado(s).	38
Figura 15 – Padrão para interoperabilidade entre sistemas adotado(s).	38
Figura 16 – Porte dos Hospitais.	41
Figura 17 – Principais Linguagens de Programação Adotadas.	47
Figura 18 – Análise dos Resultados.	50
Figura 19 – Elementos usados na Arquitetura Proposta.	51
Figura 20 – Modelo Conceitual da Arquitetura de ECOS para Rede EBSEH.	52
Figura 21 – Modelo de Negócio <i>Canvas</i> da Arquitetura de ECOS EBSEH.	55
Figura 22 – Arquitetura Geral do CMD e seus componentes.	58
Figura 23 – Guia em notação BPMN.	60
Figura 24 – Indicador Sustentabilidade.	64
Figura 25 – Indicador Diversidade.	66
Figura 26 – Indicador Produtividade.	67
Figura 27 – Indicador Robustez.	68
Figura 28 – Indicador Criação de Nicho.	69
Figura 29 – Visão Geral dos Indicadores das Avaliações da Saúde do ECOS dos HU.	70

Lista de tabelas

Tabela 1 – Padrões de Interoperabilidade em Saúde.	24
Tabela 2 – Artigos Selecionados e Analisados.	28
Tabela 3 – Principal Objetivo dos Artigos Selecionados e Analisados.	30
Tabela 4 – Principais Abordagens dos Artigos Selecionados e Analisados.	31
Tabela 5 – Principais Padrões, Tecnologias ou Técnicas Utilizadas.	32
Tabela 6 – Tipos de profissionais de TI.	42
Tabela 7 – Principais Sistemas Utilizados e Número Aproximado de Usuários.	43
Tabela 8 – Fabricante e Capacidades de Armazenamento dos <i>Storages</i>	45
Tabela 9 – Principais atores e seus papéis na Estrutura Organizacional.	53
Tabela 10 – Principais atores e seus papéis na Estrutura de Negócios.	55
Tabela 11 – Principais atores e seus papéis na Estrutura de <i>Software</i>	57
Tabela 12 – Indicador Sustentabilidade.	63
Tabela 13 – Indicador Diversidade.	65
Tabela 14 – Indicador Produtividade.	66
Tabela 15 – Indicador Robustez.	67
Tabela 16 – Indicador Criação de Nicho.	69

Lista de abreviaturas e siglas

AGHU	Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CGU	Controladoria Geral da União
CMD	Conjunto Mínimo de Dados
DDD	<i>Domain-Driven Development</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DTI	Diretoria de Tecnologia da Informação
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
ECOS	Ecosistemas de <i>Software</i>
EHR	<i>Electronic Health Records</i>
ESB	<i>Enterprise Service Bus</i>
GB	<i>Giga Bytes</i>
GLPI	<i>Gestionnaire Libre de Parc Informatique</i>
HL7	<i>Health Level 7</i>
HU	Hospital Universitário
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IHE	<i>Integrating the Healthcare Enterprise</i>
IHE-PIX	<i>Patient Identifier Cross-Referencing</i>
IHE XDS	<i>Cross-Enterprise Document Sharing</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LAI	Lei de Acesso à Informação
LOINC	<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes</i>

MS	Ministério da Saúde
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não Governamental
OWL	<i>Ontology Web Language</i>
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
PDTIC	Plano Diretor de Tecnologias de Informação e Comunicação
RM-ODP	<i>Reference Model of Open Distributed Processing</i>
SAML	<i>Security Assertion Mark-up Language</i>
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SGBD	Sistemas de Gestão de Base de Dados
SIG	Sistema de Informações Gerenciais
SLTI/MP	Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
SNOMED	<i>Systematized Nomenclature of Medicine</i>
SOA	<i>Service-Oriented Architecture</i>
SPARQL	<i>Protocol And Resource Description Framework Query Language</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
TDD	<i>Test Drive Development</i>
TI	Tecnologia de Informação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFS	Universidade Federal de Sergipe
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivos Específicos	14
1.2	Metodologia	15
1.3	Trabalhos Relacionados	16
1.4	Estrutura do Documento	16
2	Fundamentação Teórica	18
2.1	Interoperabilidade de Sistemas em Saúde	18
2.2	Ecosistema de <i>Software</i>	19
2.3	Arquitetura de Ecosistema de <i>Software</i>	20
2.4	Arquitetura <i>AiKi</i>	23
2.5	Arquitetura ePING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico	23
3	Mapeamento das Arquiteturas de ECOS na Área da Saúde	25
4	Caracterização do Cenário Atual dos HU da rede EBSE RH	34
4.1	<i>Survey</i>	34
4.1.1	Resultados do <i>Survey</i>	35
4.2	Formulário aplicado usando Lei de Acesso à Informação	40
4.2.1	Análise dos Resultados do Questionário via Ouvidoria	40
4.2.2	Análise dos Resultados	48
5	Desenvolvimento e Avaliações da Arquitetura de ECOS para Rede EBSE RH	51
5.1	Desenvolvimento da Arquitetura de ECOS para Rede EBSE RH	51
5.1.1	Estrutura Organizacional	52
5.1.2	Estrutura de Negócios	54
5.1.3	Estrutura de <i>Software</i>	56
5.1.3.1	Barramento CMD	57
5.1.3.2	Desenvolvimento do Barramento HU, Barramento EBSE RH e Sistemas Próprios	58
5.2	Guia para Implantação da Arquitetura de ECOS	60
5.3	Avaliações da Saúde do ECOS nos HU da UFS	62
5.3.1	Perspectivas e Recomendações	70
6	Conclusão	73
6.1	Limitações da Pesquisa	74

6.2 Trabalhos Futuros	75
Referências	76
APÊNDICE A Questionário Cenário Atual HU	86
APÊNDICE B Questionário do Cenário Atual HU - Lei de Acesso à Informação .	93
ANEXO A Organograma da EBSEH	98
ANEXO B Organograma do HU Aracaju	100
ANEXO C Organograma do HU Lagarto	102

1

Introdução

As aplicações de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) se fazem cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. A disponibilidade de várias interfaces multimídia oferece a oportunidade de desenvolver e ajustar soluções de TIC para todos os aspectos da sociedade, do comércio, indústria, educação, finanças, governo, sociedade civil, entre outros, incluindo a área da saúde (HALUZA; JUNGWIRTH, 2015).

Por mais de cinco décadas, as TIC vêm sendo utilizadas para prover serviços de saúde e melhorias na assistência (SELVAKUMARAN; NG, 2015). De acordo com Christensen et al. (2014), várias tecnologias e padrões foram desenvolvidos e as necessidades das organizações de saúde se intensificando durante o tempo. O termo *e-health* originou-se do uso efetivo e seguro das TIC em apoio a saúde (WHO et al., 2016). Em corroboração, o relatório do Observatório Global para *e-health*, da Organização Mundial da Saúde (OMS), revela que há um crescimento no número e na variedade de soluções de TIC em saúde, refletindo que a *e-health* está sendo considerada fundamental para o fortalecimento e inovação dos sistemas de saúde, bem como para uma cobertura universal de saúde (WHO et al., 2016).

Apesar de toda a evolução ocorrida na área de TIC em saúde, ainda existe o problema da interoperabilidade dos Sistemas de Informação em Saúde, tema de muita discussão na literatura. Brailer (2005) destaca que a interoperabilidade entre sistemas é um fator-chave para o setor de saúde, e (ZEINALI; ASOSHEH; SETAREH, 2016) destacam que a falta de interoperabilidade no domínio da saúde pode ocasionar um aumento de custos e erros médicos em hospitais. Perlin et al. (2016) apontam que muitos dos serviços oferecidos na *Internet* pelos prestadores de saúde não são amplamente utilizados pelos consumidores por uma variedade de razões, incluindo a falta de funcionalidade e interoperabilidade.

Rijo et al. (2017) analisaram a adoção de medidas de segurança e interoperabilidade em 11 hospitais brasileiros, apontam que, de uma forma geral, os principais padrões de interoperabilidade de informação médica contam com poucas implementações, a exemplo do *Health*

Level 7 (HL7) e da utilização de perfis *Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)* nas trocas de mensagens entre os sistemas de informação em saúde. Além disso, o relatório informa que interoperabilidade, telemedicina e os sistemas de ensino a distância são aqueles que apresentam maiores índices em que o nível de investimento é classificado como inexistente.

As organizações provedoras de serviços de saúde formam um conjunto complexo e heterogêneo, com uma ampla variedade e quantidade de fornecedores de serviços e seus respectivos sistemas, padrões e políticas (ABDULNABI et al., 2017). Alguns destes sistemas são comuns e obrigatórios entre as organizações e muitos outros são específicos às necessidades de cada organização. Outro fator é a existência dos sistemas legados, que por diferentes razões precisam ser mantidos nos hospitais por muitos anos (FRANÇA; LIMA; SOARES, 2016). A heterogeneidade, a complexidade das informações da área da saúde e a necessidade de garantir a privacidade e proteção das informações dos pacientes, são fatores que dificultam a interoperabilidade entre esses sistemas (ZEINALI; ASOSHEH; SETAREH, 2016).

De acordo com (ITU, 2019), os relatórios da OMS do ano de 2018, apontam que mais de 63% dos países implementaram políticas e estratégias nacionais digitais de saúde, no entanto, projetos de saúde digital e aplicações de TIC raramente alcançam escala de um ecossistema de saúde digital. Muitas vezes devido à fragmentação dessas políticas e estratégias, as quais carecem de engajamento e colaboração intersetorial entre as TIC e os órgãos gestores de saúde.

Existem diversas formas de fomentar interoperabilidade entre sistemas, por exemplo: usando *Service-Oriented Architecture (SOA)* - em português Arquitetura Orientada a Serviços), na qual a interoperabilidade é fomentada com a disponibilização das funcionalidades das aplicações por meio de serviços que podem ser solicitados pelos interessados; o uso de padrões permite a troca direta de dados entre aplicações e módulos; as ontologias são um modelo de dados que tem como finalidade representar um conjunto de conceitos de um certo domínio e os relacionamentos entre estes; o uso de *Web-Services*, em que cada aplicação pode ter seu próprio tratamento de dados, que é traduzida para uma linguagem universal e podendo ser utilizada em outras aplicações; padronização de terminologias e taxonomias, entre outras.

Uma das abordagens possíveis para tratar o problema da interoperabilidade entre sistemas é a de Ecossistemas de *Software (ECOS)*, que permite a interação de um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum que resulta em várias soluções de *software* ou serviços (MANIKAS; HANSEN, 2013). A abordagem de ECOS é mais ampla, considerando aspectos relacionados ao desenvolvimento e operação de *software*, bem como, os aspectos organizacionais. Esta maior abrangência, pode tornar a abordagem de ECOS mais eficaz no fomento da interoperabilidade entre sistemas, em comparação a outras formas.

Ainda segundo (MANIKAS; HANSEN, 2013), a existência de uma Arquitetura de Ecossistema de *Software*, que trata dos elementos dos ECOS e seus relacionamentos, pode ser uma abordagem que facilite o gerenciamento de um ambiente complexo. Isso seria possível utilizando-se dos conceitos de Ecossistema de *Software*, como seus elementos e relações, e

auxiliando sua implementação pelas organizações pertencentes ao ECOS. Promovendo assim, a criação de um ambiente estável, com a colaboração e interação de atores e infraestrutura de *software*, internos e externos às instituições. Além disso, uma arquitetura de referência para ECOS ajuda a explicitar os princípios de design subentendidos e também é capaz de documentar as lógicas das tomadas de decisão (KNODEL; MANIKAS, 2016).

Clínicas, unidades básicas de saúde, hospitais (públicos, privados ou universitários), entre outras organizações provedoras de serviços de saúde, executam e utilizam diferentes processos e sistemas, formando assim, um conjunto altamente heterogêneo e complexo. Os Hospitais Universitários (HU) no Brasil, a nível federal, em sua maioria, são filiados a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), apresentando similaridades entre si em alguns aspectos. Por esses motivos, o foco deste trabalho está restrito a essas organizações. Há de se considerar também que, no âmbito dos HU, existe uma maior atenção às questões de ensino, pesquisa e extensão, quando comparados a outros tipos de hospitais.

Considerando o problema exposto, adicionando o fato que não é conhecida uma maneira de implementar uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software* em ambientes já operacionais, formulou-se a hipótese de que, a proposta de uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* específica para os HU da rede EBSERH, com seu respectivo guia para implantação, pode colaborar na melhoria de interoperabilidade semântica dos sistemas de *software* em desenvolvimento nessas organizações.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi propor uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software*, com a finalidade de fomentar futuras melhorias na interoperabilidade dos sistemas desenvolvidos, do ponto de vista dos diversos atores no contexto da Rede dos HU da EBSERH.

Na proposta da Arquitetura de Ecossistemas de *Software*, foi utilizado como base o guia proposto por Manikas, Hämäläinen e Tyrväinen (2016). Também foram realizadas duas avaliações da saúde dos Ecossistemas de *Software* de dois hospitais universitários da rede, com o objetivo de embasar recomendações para a implementação da arquitetura proposta.

1.1.1 Objetivos Específicos

Partindo do objetivo geral do trabalho, foram traçados objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir:

- Identificar as Arquiteturas de Ecossistemas de *Software*, ou estruturas semelhantes, aplicadas às organizações provedoras de serviços de saúde;
- Caracterizar o cenário atual em relação à ECOS dos HU da rede EBSERH;

- Especificar uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software* para os HU da rede EBSEH;
- Avaliar a saúde de Ecossistemas de *Software* em dois HU da rede EBSEH.

1.2 Metodologia

Este trabalho tem natureza aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Sua abordagem de dados é qualitativa, e de objetivo exploratório, podendo classificar a pesquisa seguindo a técnica utilizada como uma pesquisa bibliográfica, pois de acordo com Gil (2002, p.44): “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

A Figura 1 apresenta o fluxo metodológico adotado para a condução da pesquisa. A primeira atividade de metodologia foi um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), sendo a escolha motivada por ser um estudo secundário que, por meio da análise de estudos primários, integra e sintetiza evidências (PETERSEN et al., 2008), tendo como finalidade prover uma visão geral de uma determinada área, questão de pesquisa e/ou fenômeno, identificando e analisando os tipos de pesquisa importantes e disponíveis (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Portanto, no MSL procurou-se identificar uma visão geral das Arquiteturas de Ecossistemas de *Software* aplicadas a organizações provedoras de serviços de saúde, possibilitando assim, conhecer o estado da arte sobre o tema.

Figura 1 – Fluxo Metodológico.



Fonte: Próprio Autor (2018).

Em seguida, um *survey* foi aplicado nos HU geridos pela EBSEH. Foram coletados dados do cenário atual em relação ao ECOS nessas organizações. Poucos estudos investigaram o estabelecimento e a proposta de um ECOS, sendo que os existentes tendem a ser específicos demais para um determinado tipo de ecossistema, sendo difícil de generalizar, ou são muito genéricos e de árdua aplicação. Sendo assim, o *survey* foi elaborado com base no guia proposto

por Manikas, Hämäläinen e Tyrväinen (2016), no qual os autores adotam uma visão mais ampla para a elaboração de um ECOS. Buscando ampliar os resultados, o questionário foi aprimorado e enviado aos hospitais via Ouvidoria, com base na Lei de Acesso à Informação (LAI).

A sumarização dos dados do MSL e do *survey*, juntamente com pesquisas bibliográficas, fomentou em seguida a proposição de uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software* para os HU da rede EBSEH, também, foi elaborado um guia para implementação da arquitetura. Por fim, duas avaliações da saúde do ECOS baseada em um estudo com dois hospitais da rede.

1.3 Trabalhos Relacionados

Durante o processo de revisão da literatura alguns trabalhos relacionados foram identificados. Na dissertação de mestrado de Siqueira (2017), foi proposta uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software* de referência para área da saúde, com uma visão genérica, diferenciando-se assim da presente dissertação, na qual a Arquitetura de ECOS proposta é específica para o contexto da rede EBSEH, considerando seu cenário atual e os desafios para transformação deste.

O artigo de Christensen et al. (2014) relata uma análise do ECOS adotado no Sistema Nacional de Saúde da Dinamarca. As organizações envolvidas, atores e relacionamentos são diferentes dos existentes em uma rede de hospitais, abordando assim um ambiente com elementos distintos do escopo deste trabalho.

Embora que, implicitamente alinhados com o conceito de ECOS adotado nesta dissertação, os trabalhos de (DOGAC et al., 2014), que descrevem algumas das principais infraestruturas de tecnologia da informação em saúde na Turquia, e, de (ASADI et al., 2015), que avalia um projeto nacional baseado no sistema eletrônico de registros de saúde no Irã, decorrem na limitação de ambientes distintos ao delimitado neste trabalho.

Outros trabalhos semelhantes foram identificados e apresentados como resultados do MSL no Capítulo 3. Entretanto, estes também apresentam limitações semelhantes as citadas nesta subseção e/ou não explicitam uma abordagem condizente ao conceito de Ecossistema de *Software*. Além disso, nenhum dos trabalhos relacionados realizou uma avaliação da saúde do ECOS de um hospital ou organização pertencente ao ecossistema, a exemplo das que foram realizadas neste trabalho de mestrado.

1.4 Estrutura do Documento

Esta dissertação está estruturada em capítulos, sendo estes:

- Capítulo 1 - Introdução - apresenta a contextualização, o problema, possíveis soluções, metodologia adotada, objetivos e trabalhos relacionados;

- Capítulo 2 - Fundamentação Teórica - apresenta os fundamentos teóricos quem embasaram a realização deste trabalho, como os conceitos de Interoperabilidade na área da saúde, Ecossistemas de *Software* e Arquitetura de ECOS;
- Capítulo 3 - Mapeamento das Arquiteturas de ECOS na Área da Saúde - apresenta os resultados de um estudo sobre as arquiteturas de ECOS aplicadas na área da saúde, bem como são discutidos os resultados obtidos;
- Capítulo 4 - Caracterização do Cenário Atual dos HU da rede EBSEH - neste capítulo são apresentados o processo de elaboração e aplicação de *survey* aos HU para identificação do cenário atual dos aspectos de ECOS, incluindo análise e discussão dos resultados obtidos;
- Capítulo 5 - Desenvolvimento e Avaliações da Arquitetura de ECOS para rede EBSEH - no capítulo é apresentado o processo de desenvolvimento da arquitetura de ECOS e as avaliações nos HU de Sergipe;
- Capítulo 6 - Conclusão - apresenta as conclusões, principais contribuições, limitações e trabalhos futuros.

2

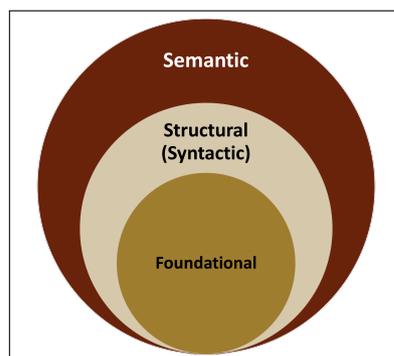
Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta os principais conceitos de interoperabilidade em saúde, considerando que, o conceito de interoperabilidade pode sofrer pequenas variações de acordo com o contexto. Além disso, detalha os conceitos de Ecossistemas de *Software* e Arquitetura de Ecossistemas de *Software*, os quais são essenciais para a dissertação.

2.1 Interoperabilidade de Sistemas em Saúde

De acordo com (HIMSS, 2018), na área da saúde a interoperabilidade de sistemas é a capacidade de diferentes *softwares* se comunicarem, trocarem dados e usarem as informações que foram trocadas, sendo que, o esquema e os padrões de troca de dados devem permitir que os dados sejam compartilhados entre os médicos, o laboratório, o hospital, a farmácia e o paciente, independentemente do fornecedor ou aplicativo, dentro e fora das organizações e com o propósito de prestar cuidados de saúde eficazes para indivíduos e comunidades. Ainda segundo (HIMSS, 2018), existem três níveis de interoperabilidade de TIC em saúde, na Figura 2 há uma representação do escopo de cada nível.

Figura 2 – Escopo dos Níveis de Interoperabilidade.



Fonte: (ITEC, 2018).

Na Figura 2 são apresentados três níveis de interoperabilidade, sendo estes:

- Fundamental (*Foundational*) - permite que a troca de dados de um sistema de tecnologia da informação seja recebida por outro, porém não exige que o receptor tenha capacidade para interpretar os dados.
- Estrutural (*Structural*) - define a sintaxe da troca de dados, é no nível intermediário onde há a definição da estrutura ou o formato da troca de dados, de modo que a finalidade clínica, operacional e o significado dos dados sejam preservados e inalterados.
- Semântica (*Semantic*) - interoperabilidade no mais alto nível, onde dois ou mais sistemas, ou elementos, são capazes de trocarem informações e usarem as informações que foram trocadas. A interoperabilidade semântica se beneficia tanto da estruturação da troca de dados quanto da troca de informações e codificação dos dados, incluindo vocabulário, para que os sistemas de tecnologia da informação receptores possam interpretar os dados.

2.2 Ecosistema de *Software*

Uma das definições para ECOS, de acordo com (MESSERSCHMITT; SZYPERSKI et al., 2003), dizem que este é uma coleção de produtos de *software* com algum grau de relacionamento entre seus componentes, podendo consistir também em uma interação de um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum, que resulta em várias soluções de *software* ou serviços (MANIKAS; HANSEN, 2013). Já do ponto de vista organizacional, Jansen, Brinkkemper e Finkelstein (2009) definiram um ECOS como um conjunto de atores que agem como um só e interagem com um mercado, onde os *software* e serviços são distribuídos entre essas entidades.

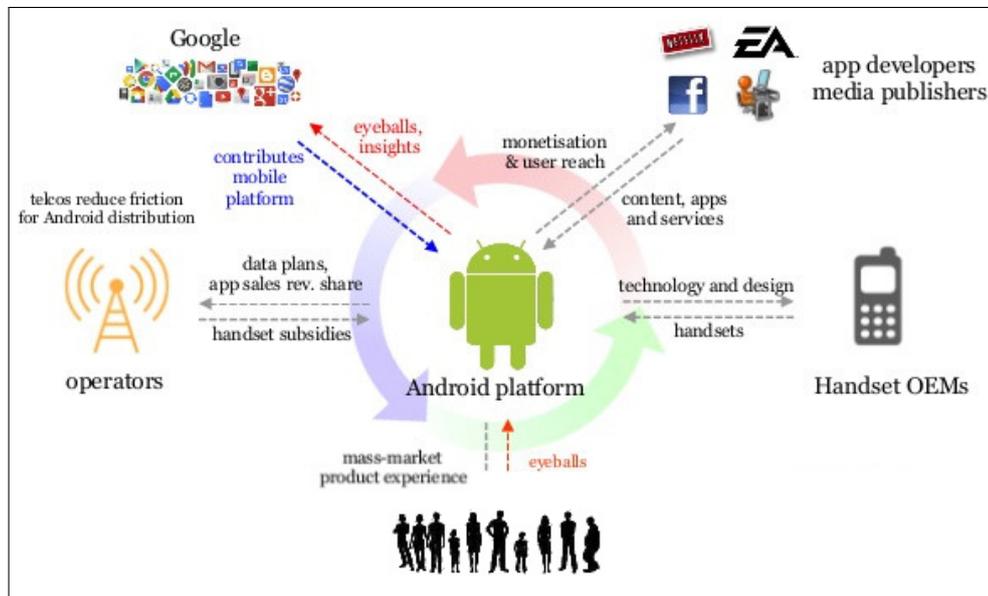
Os relacionamentos entre elementos de um ECOS são normalmente orquestrados baseados em uma plataforma de tecnologia ou por um mercado comum, caracterizado por troca de informações, recursos e artefatos (JANSEN; BRINKKEMPER; FINKELSTEIN, 2009). Um exemplo bem conhecido de ECOS, segundo (CHRISTENSEN et al., 2014), é o ecossistema do Android, que:

“Do ponto de vista do ecossistema de *software*, o Google controla a plataforma Android, enquanto os desenvolvedores externos podem criar aplicativos (“apps”) que são distribuídos aos usuários do Android pela Google Play Store.”.

A Figura 3 apresenta os principais elementos e seus relacionamentos do ecossistema Android. Nesse exemplo, a Google exerce o papel de orquestrador; o orquestrador de ECOS é uma empresa, departamento de uma empresa, ator ou conjunto de atores, comunidade ou entidade independente responsável pelo bom funcionamento do ECOS, normalmente gerencia o ECOS por meio de criação e aplicação de regras, processos, negócios, procedimentos, definição

e monitoramento de padrões de qualidade além dos relacionamentos com os atores (MANIKAS; HANSEN, 2013).

Figura 3 – Ecossistema Android.



Fonte: (TECHTIQ, 2018).

Ainda de acordo com Christensen et al. (2014), existem dois elementos principais em um ECOS, os atores que podem ser indivíduos ou organizações e o *software* existente, seja como plataforma/*framework* ou como soluções de *software* ou serviços construídos na plataforma. Existem também três estruturas centrais de um ECOS: a estrutura organizacional, a estrutura de negócios e a estrutura de *software*.

Hartmann e Bosch (2016) classificam os ECOS em quatro tipos de acordo com a integração de *software* e *hardware*, sendo eles: a - *hardware* proprietário e *software* de código fechado; b - *softwares* de código fonte fechado, mas que podem ser utilizados em *hardware* de diferentes fabricantes; c - *hardware* utilizado por diferentes fabricantes, mas o código fonte do *software* aberto; d - código fonte de *software* e plataforma de *hardware* abertos, consistindo de uma plataforma de *software* de código aberto, incluindo *hardware* e dispositivos, nos quais os usuários de tais produtos seriam capazes de alterar o código do *software* e adicionar suas próprias funcionalidades, porém, os autores não encontraram evidências de que esse tipo de plataforma exista no mercado.

2.3 Arquitetura de Ecossistema de *Software*

É possível encontrar na literatura várias definições para Arquitetura de *Software*, não havendo consenso na comunidade científica segundo (FOWLER, 2002) (KRUCHTEN; OBBINK; STAFFORD, 2006). Entretanto, existe uma norma internacional para descrição da Arquitetura

de *Software*, a ISO/IEC/IEEE 42010:2011, que inclui uma definição. Segundo (ISO, 2011), arquitetura de *software* trata dos conceitos fundamentais ou propriedades de um sistema em seu ambiente incorporado em seus elementos, relacionamentos e nos princípios de seu design e evolução. Por sua vez, Bass, Clements e Kazman (2003) colocam que a Arquitetura de *Software* de um programa ou de sistemas computacionais é a estrutura ou são estruturas do sistema, englobando componentes de *software*, as propriedades visíveis externamente desses componentes e as relações entre eles.

Alinhado com o conceito de (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2003), Manikas e Hansen (2013) definiram Arquitetura de Ecosistema de *Software* como a estrutura, ou estruturas, do Ecosistema de *Software* em relação a seus elementos, as propriedades destes e as suas relações. Os autores ainda colocam que tais elementos de ECOS podem ser sistemas, componentes de um sistema e atores e, que os relacionamentos incluem a relação à arquitetura de *software*, bem como, relacionamentos entre atores.

Outra definição de Arquitetura de Ecosistema de *Software* foi apresentada por (CHRISTENSEN et al., 2014), partindo de uma generalização da definição de Bass, Clements e Kazman (2013) de “arquitetura de *software*” e ampliando a definição de Manikas e Hansen (2013). Para os autores, a Arquitetura de um Ecosistema de *Software* é o conjunto de estruturas necessárias por alguma razão em relação ao Ecosistema de *Software*, que compreende atores e elementos de *software*, as relações entre eles e suas propriedades.

A Figura 4 ilustra o escopo de uma Arquitetura de Ecosistema de *Software*, demonstrando que esta é mais abrangente em comparação com Engenharia de *Software* e Engenharia de Sistemas.

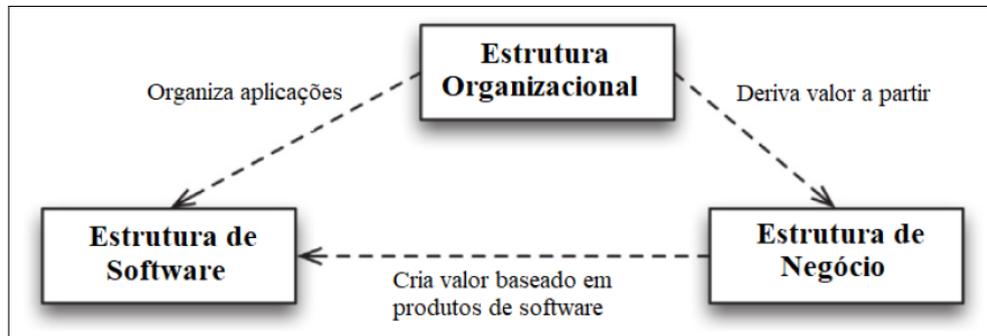
Figura 4 – Escopo Arquitetura de Ecosistema de *Software*.



Fonte: Próprio Autor (2018).

Para demonstrar aspectos importantes de uma Arquitetura de Ecossistema de *Software*, Christensen et al. (2014) fizeram um relacionamento com as três estruturas centrais de um ECOS. O modelo de interação entre as estruturas é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Interação entre as estruturas.



Fonte: Traduzido de Christensen et al. (2014).

Em (CHRISTENSEN et al., 2014), os autores afirmam que o *software* forma o núcleo de um ECOS, portanto, a estrutura de *software* do ECOS é importante, uma vez que nessa estrutura estão elementos de atores e *software* relacionados à produção de aplicativos, e.g. desenvolvedores e a arquitetura de *software*.

Os atores de um ECOS têm como um de seus principais objetivos criar valor (com ou sem fins lucrativos), portanto, a estrutura de negócios de um ECOS torna-se relevante, uma vez que esta estrutura contém elementos de ator e *software* relacionados à maneira como os agentes criam, entregam e capturam valor, ou seja, benefício que um ator obtém do ECOS, por exemplo, na forma de satisfação de necessidades ou solução de problemas (CHRISTENSEN et al., 2014).

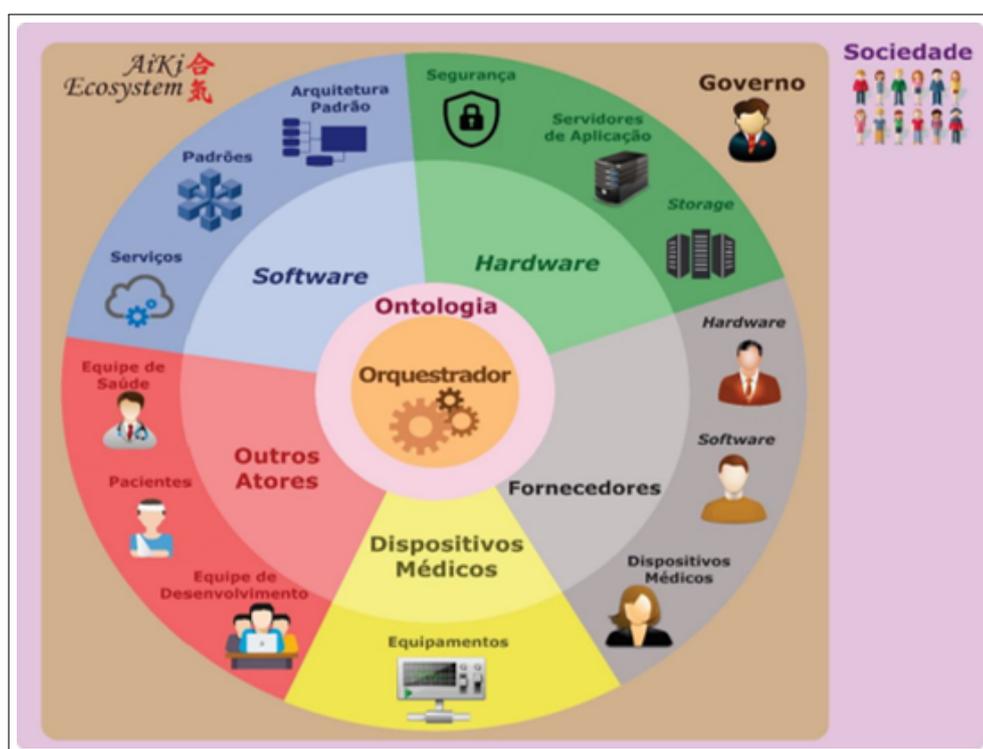
É importante também governar a interação e a organização de atores e *softwares* (por exemplo, para um ator fornecer um serviço baseado em *software* no ecossistema), tornando assim, a estrutura organizacional de um ECOS importante, essa estrutura contém elementos de ator e *software* relacionados à governança da interação e organização dos elementos no ecossistema (CHRISTENSEN et al., 2014).

Uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* pode auxiliar que um ambiente de ECOS seja devidamente implementado e gerenciado, além disso, o desenvolvimento consciente e a evolução de uma arquitetura seria benéfico para transpor vários desafios relacionados a orquestração de Ecossistemas de *Software* (KNODEL; MANIKAS, 2016). Os orquestradores de um ECOS são as organizações envolvidas na sua direção, normalmente são responsáveis pela plataforma tecnológica (CHRISTENSEN et al., 2014), ou órgãos regulatórios e governamentais.

2.4 Arquitetura AiKi

A arquitetura *AiKi* Siqueira (2017), consiste em uma Arquitetura de Ecossistemas de *Software* de referência para área da saúde, no âmbito federal do Brasil. Sua visão geral é apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Visão Geral da arquitetura *AiKi*.



Fonte: (SIQUEIRA, 2017).

A arquitetura de referência *AiKi* está organizada em três grandes estruturas conceituais: estrutura organizacional, estrutura de negócio e estrutura de *software*, as quais estão de acordo com os conceitos apresentados na subseção anterior.

A *AiKi* tem como objetivo servir de base no mapeamento, na definição de padrões, no desenvolvimento e na implantação de ecossistemas de *software* na área da saúde em geral, definindo regras para a criação e adoção de sistemas de informação em saúde, bem como estabelecer critérios para a interação entre estes e os diversos atores que fazem parte desse ambiente.

2.5 Arquitetura ePING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico

A Portaria SLTI/MP nº 92, de 24 de dezembro de 2014, estabelece que os órgãos do governo federal do Poder Executivo brasileiro, estão obrigados a adotar os padrões e políticas

contidos na arquitetura ePING. A arquitetura ePING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico – define um conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de serviços de Governo Eletrônico, estabelecendo as condições de interação com os demais Poderes e esferas de governo e com a sociedade em geral (EPING, 2018).

As linguagens para intercâmbio de dados estabelecidas pela arquitetura ePING são XML e JSON. A arquitetura ePING também traz especificações técnicas para organização e intercâmbio de informações para Interoperabilidade em Saúde, em conformidade com Portaria Nº 2.073, de 31/08/2011 do Ministério da Saúde. Os padrões definidos na arquitetura ePING são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Padrões de Interoperabilidade em Saúde.

Componente	Especificação
Definição do Registro Eletrônico em Saúde (RES)	Modelo de referência OpenEHR, como definido em http://www.openehr.org/
Resultados e solicitações de exames	HL7 - Health Level 7, como definido em http://www.hl7.org/
Codificação de termos clínicos e mapeamento das terminologias nacionais e internacionais em uso no país	Terminologia SNOMED-CT, como definido em http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/
Interoperabilidade com sistemas de saúde suplementar	Padrões TISS, como definido em http://www.ans.gov.br/prestadores/tiss-troca-de-informacao-de-saude-suplementar
Definição da arquitetura do documento clínico	HL7 CDA, como definido em http://www.hl7.org/
Representação da informação relativa a exames de imagem	DICOM, como definido em http://dicom.nema.org/standard.html
Codificação de exames laboratoriais	LOINC, como definido em https://loinc.org/
Codificação de dados de identificação das etiquetas de produtos relativos ao sangue humano, de células, tecidos e produtos de órgãos	Norma ISBT 128, como definido em https://www.iccbba.org/
Interoperabilidade de modelos de conhecimento, incluindo arquétipos, <i>templates</i> e metodologia de gestão	ISO 13606-2
Cruzamento de identificadores de pacientes de diferentes sistemas de informação	IHE-PIX (<i>Patient Identifier Cross-Referencing</i>)

Fonte: Adaptado de (EPING, 2018).

Considerando que, para propor uma Arquitetura de ECOS para a área da saúde, de acordo com os conceitos apresentados neste capítulo, é necessário conhecer as publicações sobre as arquiteturas de ECOS aplicadas na área em questão. Assim, no capítulo seguinte são apresentados os resultados obtidos após realização de um MSL.

3

Mapeamento das Arquiteturas de ECOS na Área da Saúde

Para possibilitar a identificação do estado da arte sobre as Arquiteturas de ECOS na Área da Saúde, foi realizado um MSL que buscou estudos descrevendo Arquiteturas de Ecossistemas de *Software*, ou estruturas semelhantes em organizações provedoras de serviços de saúde.

Com a finalidade de responder à questão de pesquisa definida, foram realizadas buscas em cinco bases eletrônicas de trabalhos científicos: ACM ¹, IEEE XPLORE ², Pubmed ³, Science Direct ⁴ e Web of Science ⁵. Após realização de uma busca piloto em outras bases, estas cinco foram selecionadas por apresentarem maior quantidade de artigos relacionados ao tema, além de indexarem um grande número de periódicos onde tradicionalmente publicam-se estudos da área da computação e saúde. Além disso, as bases têm mecanismos de busca através de palavras-chave e garantem resultados únicos utilizando um mesmo conjunto de palavras-chave e de outros filtros aplicados, permitindo a reprodutibilidade da pesquisa. O Google Scholar não foi considerado, visto que não se adéqua a essas características.

Na realização das buscas, foi considerado como obrigatório que nos metadados fossem citados explicitamente os termos relacionados a ECOS, para assim, diminuir as possibilidades de retorno de estudos que tratem de outros tipos de ecossistemas, além de termos relacionados a saúde, interoperabilidade e arquitetura. Sinônimos para os termos foram usados de modo a ampliar a abrangência da pesquisa. A *String* genérica de busca utilizada é apresentada a seguir:

(METADATA ((“software ecosystem” OR SECO OR “digital ecosystem” OR interoperab*) AND (health OR hospital OR medical) AND (architecture OR approach OR framework OR system)))

¹ Base de artigos, acessível em: <https://dl.acm.org/>

² Base de artigos, acessível em: <http://www.ieeexplore.ieee.org>

³ Base de artigos, acessível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

⁴ Base de artigos, acessível em: <http://www.sciencedirect.com>

⁵ Base de artigos, acessível em: <http://www.webofknowledge.com>

Para o desenvolvimento do mapeamento, foram necessárias a definição e aplicação de critérios de inclusão e exclusão, os quais foram definidos de modo a identificar os artigos relevantes. Como critério de inclusão, foi adotado que as publicações deveriam apresentar uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* na área da saúde ou estrutura semelhante, ou ainda, abordar interoperabilidade de sistemas de *software* com visão de ecossistema. Isto significa que a interoperabilidade descrita não se limita a integrar um determinado sistema a outro, como foi possível identificar durante a busca piloto, no qual um grande número de artigos seguiam essa proposta.

Os artigos foram excluídos de acordo com os seguintes critérios:

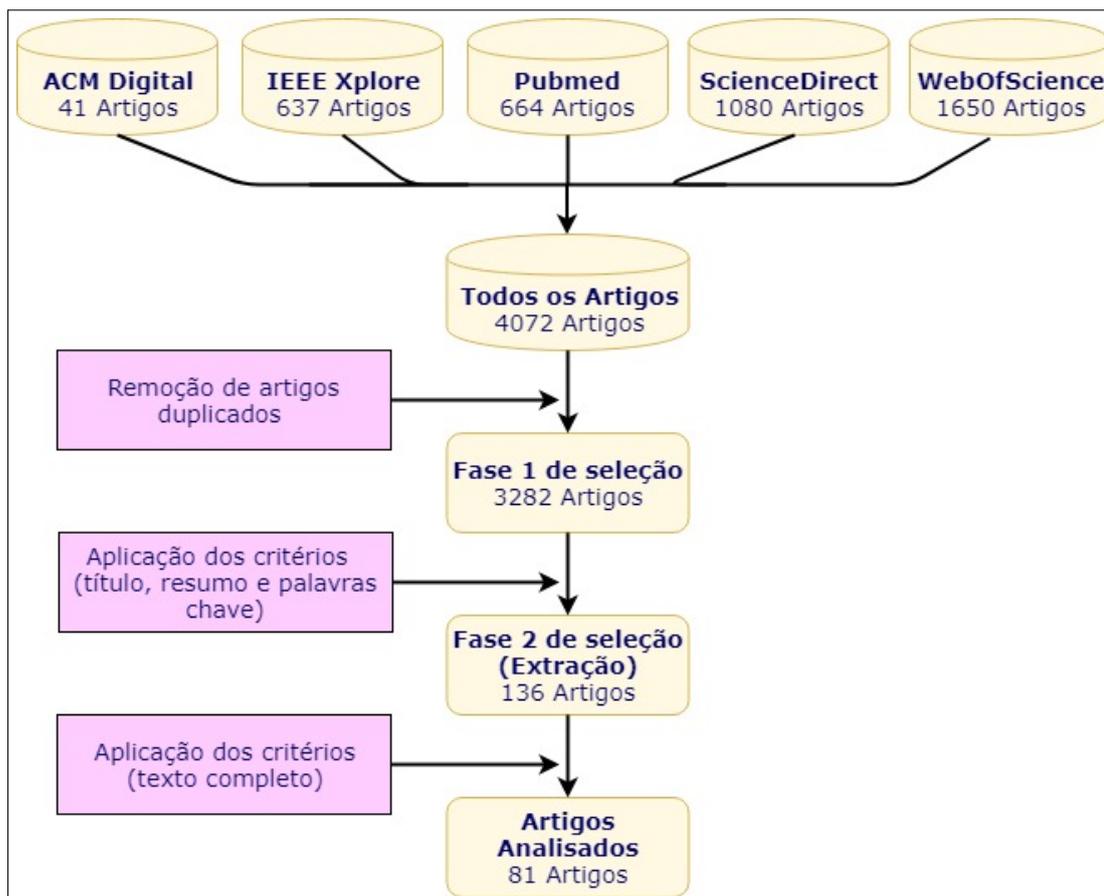
1. Artigos que não sejam de periódicos ou conferências;
2. Artigos duplicados;
3. Estudos secundários;
4. Artigos escritos em idioma diferente do Inglês;
5. Artigos com data de publicação anterior a 2013;
6. Artigos não disponíveis para visualização do texto completo;
7. Artigos que abordem dispositivos médicos ou sensores para monitoramento⁶ da saúde ou ainda outros tipos de hardwares aplicados à área da saúde;
8. Artigos nos quais não foram possíveis identificar uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* na área da saúde ou estrutura semelhante;
9. Artigos que abordem interoperabilidade entre sistemas de *software* sem visão de ecossistema, como por exemplo, um mero painel ou a integração de um determinado sistema a outro.

Todos os resultados encontrados nas bases foram exportados por meio de arquivo *Bibtex* ou *Medline*. Em seguida, foram importados para ferramenta StArt (START, 2018), que auxilia a condução de uma Revisão Sistemática da Literatura ou MSL.

As buscas nas bases foram realizadas em abril de 2019 e ocorreram com a aplicação de filtros disponíveis nestas por ano de publicação e apenas artigos de conferências ou periódicos. Sendo assim, foram obtidos 4072 artigos, conforme apresentado na Figura 7, na qual também é possível observar a organização das etapas do MSL e a quantidade de estudos resultantes em cada etapa. Inicialmente com o auxílio da ferramenta adotada e com a análise manual, foram rejeitados 790 artigos duplicados.

⁶ Dispositivos médicos não foram considerados, pois, para a comunicação entre dispositivos médicos utiliza-se a norma ISO/IEEE 11073, amplamente difundida, e não pertencente ao escopo deste trabalho.

Figura 7 – Fluxo do Mapeamento.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Conforme apresentado na Figura 7, na Fase 1 de seleção, foram rejeitados 3146 artigos ao aplicar os critérios de inclusão e exclusão definidos aos metadados dos artigos. Já na Fase 2 de seleção (extração), também foi realizado o mesmo procedimento de aplicação de critérios, porém, neste momento ao texto por completo, com isto foram rejeitados 55 artigos.

Ao final das etapas de seleção realizadas pelos pesquisadores, foram identificados 81 artigos relevantes para este MSL, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Artigos Seleccionados e Analisados.

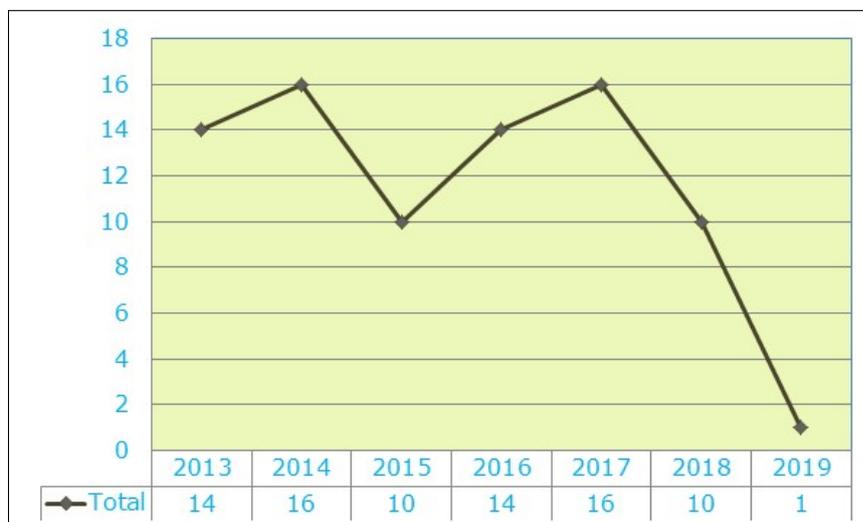
Identificador - Referência	Identificador - Referência	Identificador - Referência
A1 - (KERAMARIS; DANAS, 2016)	A28 - (PRADOS-SUÁREZ et al., 2013)	A55 - (WINTER et al., 2018)
A2 - (BAHGA; MADISETTI, 2013)	A29 - (LUBAMBA; BAGULA, 2017)	A56 - (MANDEL et al., 2016)
A3 - (DAMOAH et al., 2014)	A30 - (KOHLBACHER et al., 2018)	A57 - (HUERTA-IBARRA; PALACIO-MEJÍA; SUASTE-GÓMEZ, 2017)
A4 - (AMATO et al., 2013)	A31 - (LEE et al., 2015)	A58 - (MARCOS et al., 2015)
A5 - (GØEG et al., 2018)	A32 - (MCGLYNN et al., 2014)	A59 - (BEŠTEK; STANIMIROVIĆ, 2017)
A6 - (GAYNOR et al., 2014)	A33 - (CAMPOS et al., 2013)	A60 - (CHAIM; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2017)
A7 - (BRENAS et al., 2017)	A34 - (YANG; LIU, 2013)	A61 - (ZEINALI; ASOSHEH; SETAREH, 2016)
A8 - (DOLCINI; SERNANI, 2013)	A35 - (MILOSEVIC; BOND, 2016)	A62 - (ROSENBLOOM et al., 2014)
A9 - (BERGER, 2016)	A36 - (ADENUGA; KEKWA-LETSWE; COLEMAN, 2015)	A63 - (MACÍA, 2014)
A10 - (ALJARULLAH; EL-MASRI, 2013)	A37 - (YAQOOB et al., 2017)	A64 - (CIAMPI et al., 2016)
A11 - (ALONSO-CALVO et al., 2017)	A38 - (POENARU; DOBRESCU; MEREZEANU, 2017)	A65 - (ALZGHOUL; AL-TAEE; AL-TAEE, 2016)
A12 - (KOLIAS et al., 2015)	A39 - (HAARBRANDT et al., 2018)	A66 - (DUFTSCHMID; CHALOUPKA; RINNER, 2013)
A13 - (GAZZARATA; GIANNINI; GIACOMINI, 2017)	A40 - (YU et al., 2016)	A67 - (MOOR et al., 2015)
A14 - (GAEBEL; CYPKO; LEMKE, 2016)	A41 - (BATRA; SACHDEVA; MUKHERJEE, 2015)	A68 - (VIDA et al., 2014)
A15 - (ANTONIADES et al., 2017)	A42 - (POSIRCARU; SERBANATI, 2015)	A69 - (BARCA et al., 2014)
A16 - (PERAKIS et al., 2013)	A43 - (TRAORE; KAMSU-FOGUEM; TANGARA, 2016)	A70 - (QURESHI, 2014)
A17 - (KIOURTIS; MAVROGIORGOU; KYRIAZIS, 2017)	A44 - (MASETHE et al., 2013)	A71 - (HOSSEINI; AHMADI; DIXON, 2014)
A18 - (KHAN et al., 2014)	A45 - (HONG; MORRIS; SEO, 2017)	A72 - (DOGAC et al., 2014)
A19 - (CRICHTON et al., 2013)	A46 - (MARCOS et al., 2013)	A73 - (ASADI et al., 2015)
A20 - (SCHREIWEIS et al., 2016)	A47 - (COPPOLINO et al., 2017)	A74 - (ROEHRS et al., 2019)
A21 - (SÁEZ et al., 2013)	A48 - (EZE et al., 2016)	A75 - (DELVAUX et al., 2018)
A22 - (ALBERTS et al., 2014)	A49 - (ROEHRS; COSTA; RIGHI, 2017)	A76 - (CIAMPI et al., 2018)
A23 - (YUKSEL et al., 2016)	A50 - (VIEIRA-MARQUES et al., 2014)	A77 - (STAFFA et al., 2018)
A24 - (CHRISTENSEN et al., 2014)	A51 - (OLIVEIRA et al., 2016)	A78 - (TOFFANELLOA et al., 2018)
A25 - (IBRAHIM et al., 2014)	A52 - (LIU; LI; LIU, 2014)	A79 - (CAPURRO et al., 2017)
A26 - (EZE; KUZIEMSKY; PEYTON, 2018)	A53 - (LOSAVIO; ORDAZ; ESTELER, 2015)	A80 - (ABIN; NEMETH; FRIEDMANN, 2015)
A27 - (HENDRICK; SCHOOLEY; GAO, 2013)	A54 - (BALSARI et al., 2018)	A81 - (ANGULA; DLODLO, 2018)

Fonte: Próprio Autor (2019).

Em seguida, foram analisados o ano e o país de publicação destes artigos. Os resultados são apresentados nas Figuras 8 e 9 respectivamente. Na Figura 9, foi considerada a afiliação dos autores dos artigos para definição do país de publicação. Como um artigo pode ter mais de um

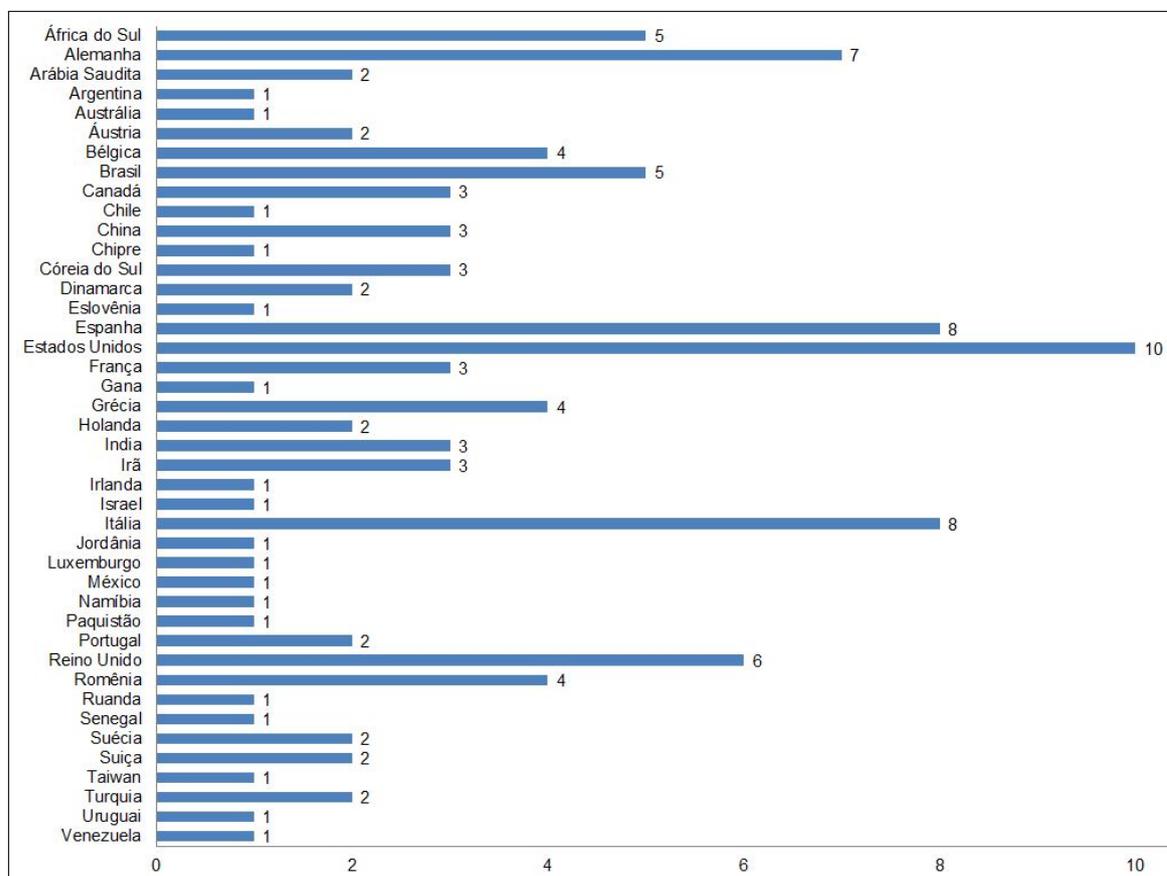
autor e estes serem de países diferentes, o total de publicações por países somados é maior que a quantidade de artigos.

Figura 8 – Ano de Publicação dos Artigos Seleccionados.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Figura 9 – Países de Publicação dos Artigos Seleccionados.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Ao analisar a Figura 8, é possível inferir que, o tema tem recebido atenção ao longo dos anos. É importante ressaltar que para o ano de 2019 ainda há a possibilidade de novas publicações, reforçando, assim, a inferência.

Analisando a Figura 9, percebe-se que os cinco países com mais autores sobre o tema são países desenvolvidos, sendo eles: Estados Unidos (10), Espanha (8), Alemanha (7), Itália (8) e Reino Unido (6). Importante destacar que na sequência ficaram a África do Sul (5) e o Brasil (5), países subdesenvolvidos, à frente numericamente de alguns países desenvolvidos. A presença de países de todos os continentes, sejam estes países desenvolvidos, subdesenvolvidos ou pobres, revela que a interoperabilidade entre sistemas médicos é uma preocupação mundial.

O objetivo deste mapeamento foi responder a três questões de pesquisa em relação as Arquiteturas de Ecossistemas de *Software*, ou estruturas semelhantes em organizações provedoras de serviços de saúde, sendo estas:

1. Qual é o principal objetivo da arquitetura de ECOS ou estrutura semelhante?
2. Qual é a principal abordagem utilizada para atingir esses objetivos?
3. Quais foram as principais tecnologias, padrões ou técnicas utilizadas?

A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados para a primeira questão de pesquisa elaborada.

Tabela 3 – Principal Objetivo dos Artigos Selecionados e Analisados.

Objetivo	Identificador
Interoperabilidade Semântica	A3, A7, A23, A25, A35, A36, A38, A40, A43, A47, A48, A50, A58, A59, A64, A74, A78, A81
Proposta de Arquitetura para <i>e-health</i>	A4, A5, A8, A11, A16, A27, A37, A39, A49, A54, A55, A56, A70, A76, A77, A79, A80
Interoperabilidade Semântica entre ambientes clínicos e de pesquisa	A2, A6, A20, A29, A32, A46, A52, A57, A60, A66, A68
Interoperabilidade de Serviços Médicos	A9, A13, A21, A24, A30, A31, A44, A51, A53, A65, A75
Proposta de Sistema Nacional de Informação Médica	A10, A12, A14, A17, A22, A41, A45, A61, A69, A71, A74
Metodologia para Desenvolvimento de <i>Software</i> para saúde	A28, A42, A62, A63
Interoperabilidade de <i>Electronic Health Records</i> (EHR)	A1, A15, A67
Descrição de um Ecossistema de <i>Software</i>	A33, A34, A72
Metodologia para Adaptação de Sistemas Existentes	A18, A19
Metodologia para Desenvolvimento de Arquiteturas de Referência	A26

Fonte: Próprio Autor (2019).

Como apresentado na Tabela 3, os artigos têm como principal objetivo a Interoperabilidade Semântica de modo geral (18 - 22,22%) e a Proposta de Arquitetura para *e-health*

(17 - 20,98%). É um destaque o interesse da comunidade acadêmica em desenvolver trabalhos para prover interoperabilidade entre sistemas clínicos e de pesquisa (11 - 15,94%). Entretanto, em apenas três artigos (3,71%) foi citado explicitamente como objetivo a descrição de um Ecosistema de *Software* alinhado com o conceito apresentado neste trabalho. Os demais artigos abordam interoperabilidade de sistemas de *software* com visão de ecossistema.

A Tabela 4 apresenta os resultados encontrados para a segunda questão de pesquisa elaborada.

Tabela 4 – Principais Abordagens dos Artigos Seleccionados e Analisados.

Abordagem	Identificador
Troca de mensagens	A10, A11, A12, A17, A18, A19, A27, A29, A30, A32, A35, A39, A40, A42, A43, A46, A49, A51, A52, A53, A57, A58, A60, A61, A66, A69, A74, A75, A76, A78, A79, A80
Troca de mensagens (SOA)	A8, A9, A16, A20, A26, A31, A41, A45, A47, A54, A62, A65, A71
Troca de mensagens entre módulos	A5, A14, A28
Troca de mensagens (P2P)	A55, A56
<i>Cloud</i>	A1, A22, A23, A24, A25, A37, A67, A70
Ontologia	A2, A3, A6, A38, A63, A64, A68
Ponto de vista da Estrutura Organizacional, Negócios ou de <i>Software</i>	A33, A34, A72, A73, A77, A79
Cubo de dados	A7, A50
Arquétipo (<i>Archetype</i>)	A21, A44
<i>Cloud e Fog</i>	A13
Arquitetura Corporativa	A4
Baseado em Agentes	A48
Baseado em Regras	A59
Documentos	A15

Fonte: Próprio Autor (2019).

Ao analisar a Tabela 4, observa-se que a troca de mensagens, em geral, é a abordagem mais utilizada para alcançar os objetivos definidos, sendo que, uma especificação detalhada sobre como seria esta troca não foi fornecida em 26 artigos (39,51%), 13 artigos (16,05%) especificaram que a troca de mensagens seria realizada utilizando SOA, 3 artigos (3,71%) troca de mensagens entre módulos do próprio sistema, e em 2 artigos (2,47%) a troca de mensagens seria em modo *peer-to-peer* (P2P). É destaque também a abordagem de *Cloud* com 8 artigos (9,87%) e Ontologia com 7 artigos (8,64%).

Os mesmos artigos que têm como objetivo descrever um ECOS (Tabela 3), foram os que fizeram uma abordagem da Estrutura Organizacional, Negócios e de *Software* (A33 e A34), em A72 e A73 a abordagem é apenas do ponto de vista de *software*, em A77 apenas do ponto de vista de negócio, e em A79 apenas do ponto de vista organizacional.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para a terceira questão de pesquisa elaborada.

Tabela 5 – Principais Padrões, Tecnologias ou Técnicas Utilizadas.

Item	Identificador
<i>Health Level 7 (HL7)</i>	A5, A6, A9, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A37, A40, A42, A43, A45, A47, A49, A52, A55, A57, A58, A59, A60, A61, A65, A67, A68, A70, A71, A72, A73, A74
<i>eXtensible Markup Language (XML)</i>	A1, A9, A10, A11, A13, A18, A19, A21, A24, A28, A29, A35, A41, A42, A43, A44, A47, A48, A49, A51, A54, A59, A61, A62, A65, A68, A70, A71, A74, A76, A81
Soluções Locais ou Próprias	A1, A3, A4, A8, A17, A24, A27, A28, A38, A41, A49, A50, A51, A55, A56, A62, A63
<i>Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED)</i>	A2, A6, A8, A10, A11, A20, A32, A43, A44, A46, A49, A57, A68, A73
<i>Cross-Enterprise Document Sharing (IHE XDS)</i>	A10, A16, A32, A33, A35, A40, A52, A54, A66, A67, A78, A80, A81
openEHR	A9, A10, A21, A32, A35, A44, A47, A48, A54, A56, A74
<i>JavaScript Object Notation (JSON)</i>	A7, A10, A11, A29, A42, A43, A55, A74
<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC)</i>	A2, A6, A20, A29, A31, A49, A54, A57
<i>Protocol And Resource Description Framework Query Language (SPARQL)</i>	A6, A7, A25, A36, A64, A68
<i>Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)</i>	A31, A52, A54, A57
<i>Reference Model of Open Distributed Processing (RM-ODP)</i>	A12, A69

Fonte: Próprio Autor (2019).

Importante ressaltar em relação à Tabela 5 que, mais de um padrão, tecnologia ou técnica podem ter sido relatados em cada artigo, dessa forma, estes podem repetir-se. A abordagem HL7 refere-se as suas diferentes versões e usos indiretos (como adaptadores, por exemplo). O termo “Soluções Locais ou Próprias” refere-se às arquiteturas, algoritmos ou técnicas desenvolvidas para um contexto local. Em três estudos (A23, A53 e A75) não foram explicitados quais são os padrões, tecnologias ou técnicas utilizadas. Também relataram o uso de MedRa, *Ontology Web Language (OWL)* e *Semantic Web Rule Language (SWRL)* (A2), HGNC (A6), Continua (A10), *Archetype Query Language* (A11), KAON2 e TalTac (A25), *Big Data* (A76), MIMIC-III (A74), OpenNebula e OpenEMR (A22) e OpenNCP (A39 e A77).

Também foram analisadas nos artigos, evidências de que a solução proposta é aplicada em ambiente real. Em 21 artigos (25,93%) foram encontradas tais evidências, incluindo os artigos A33, A34, A72 e A73, sendo estes os únicos que objetivaram descrever um ECOS alinhados aos conceitos apresentados no Capítulo 2 deste trabalho.

Dos 21 artigos com evidências de implementação em ambiente real, 14 (66,67%) utilizaram HL7 de alguma forma e 7 (33,33%) utilizaram SNOMED. Apenas dois deles citam o uso de alguma solução própria, porém, isso ocorreu concomitantemente ao uso de padrão ou tecnologia não proprietária, podendo assim inferir que, o uso destes últimos é mais efetivo.

Os cinco artigos publicados com autores de afiliação brasileira (A35, A54, A56, A74

e A78) citaram o uso do padrão openEHR, sendo que três deles também citaram o IHE XDS. Em nenhum dos cinco trabalhos foram encontradas evidências de uso em ambiente real. Além disso, observou-se que o openEHR não teve seu uso citado em nenhum dos 21 artigos nos quais foram encontradas evidências de aplicação da Arquitetura de ECOS ou estrutura semelhante em ambiente real.

Os resultados apresentados neste capítulo auxiliaram na produção de um questionário para caracterização do cenário atual dos HU em relação a aspectos de ECOS, sendo que os detalhes da elaboração e aplicação deste questionário e os resultados obtidos, após sua aplicação, são apresentados no próximo capítulo.

4

Caracterização do Cenário Atual dos HU da rede EBSEH

Este capítulo detalha os procedimentos executados para caracterização do cenário atual dos HU em relação aos aspectos de ECOS. Para isso, foi elaborado um questionário com base na literatura e nos resultados do MSL apresentados no Capítulo 3. O questionário foi enviado a todos os gestores de TI dos hospitais da rede EBSEH.

4.1 *Survey*

A primeira metodologia adotada para caracterização do cenário atual dos HU em relação a ECOS foi um *survey*, enviado via *e-mail* para todos os Gestores de TI dos Hospitais da EBSEH. As respostas foram obtidas no período de 08/04/19 à 24/05/19. O Apêndice A apresenta uma cópia do formulário aplicado, incluindo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Para Pesquisas e as questões elaboradas. As questões com * ao final são de resposta obrigatória, os itens entre colchetes mostram as opções pré-definidas apresentadas ao gestor. Ao final, existe uma opção para que o gestor opte em receber os resultados da pesquisa.

As questões do *survey* foram elaboradas considerando os resultados do MSL apresentados no Capítulo 3, sendo que, as questões do grupo 1 visam possibilitar uma classificação por meio de informações gerais sobre os HU, portanto não têm embasamento no MSL ou literatura. As demais perguntas foram elaboradas conforme guia proposto por Manikas, Hämäläinen e Tyrväinen (2016), no qual definem que, na fase da pré-análise, o estabelecimento dos aspectos existentes de ECOS em relação a infraestrutura tecnológica, atores e negócios. A ferramenta Google Forms¹ foi adotada para a aplicação do questionário.

Para testar a adequação das questões, antes da aplicação do *survey*, estas foram enviadas para um especialista da EBSEH/Sede na área de arquitetura de *software*, este ocupa o cargo de analista de TI. As questões foram avaliadas, sendo acatadas as sugestões de alteração e adição

¹ Disponível em: <https://www.google.com/forms/about/>

de perguntas recomendadas por este, e.g. a pergunta sobre as plataformas de desenvolvimento, adoção de testes unitários, ferramentas de registro dos requisitos, ferramentas para automação de tarefas e padrão de desenvolvimento.

Sendo assim, quinze hospitais e a Sede responderam o questionário por meio de seus gestores ou pessoas delegadas para este fim.

4.1.1 Resultados do *Survey*

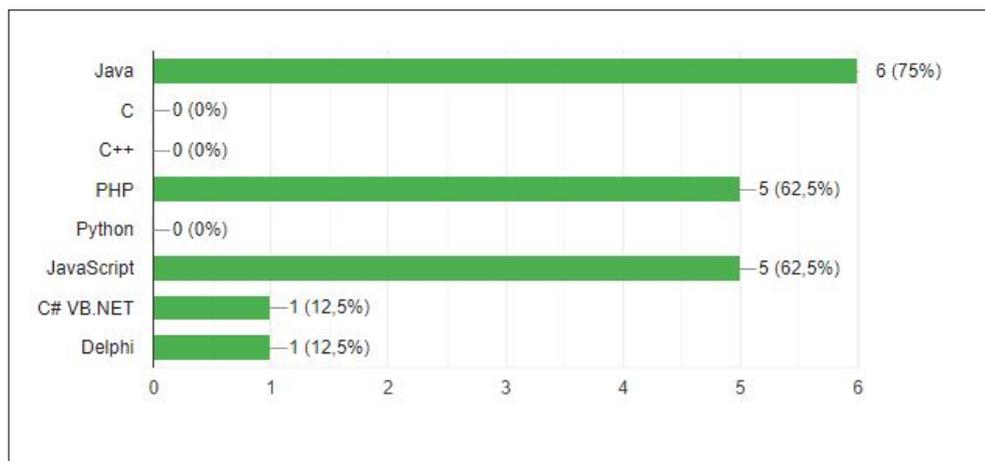
Para manter a integridade dos resultados obtidos, a resposta da Sede da EBSEERH foi desconsiderada, pois, esta tem uma estrutura completamente diferente a de um hospital. A primeira parte do *survey* buscou traçar um perfil organizacional dos hospitais, então verificou-se que:

- A respeito do porte dos hospitais, sete são de pequeno porte, também sete dos hospitais são de médio porte (46,7%) e um deles é de grande porte (6,7%);
- Dez hospitais realizam procedimentos de alta complexidade (66,7%), quatro hospitais de média complexidade (26,7%) e um hospital de baixa complexidade (6,7%);
- Os hospitais têm em média aproximadamente 216 leitos, sendo o maior número registrado 403 e o menor 64;
- Quanto ao número de funcionários, os hospitais têm em média aproximadamente 1527, sendo o maior número registrado 3500 e o menor 796;
- Considerando-se apenas os profissionais de TI, os hospitais têm em média 10 funcionários, sendo o maior número registrado 25 e o menor 4;
- Oito hospitais (53,3%) têm desenvolvimento próprio de *software*.

A segunda parte do questionário foi aplicado apenas aos hospitais que têm desenvolvimento próprio de *software*, sendo assim, as informações seguintes referem-se a um total de oito hospitais.

De acordo com gráfico apresentado na Figura 10, a linguagem de programação mais utilizada é Java, na sequência PHP e JavaScript, também houve registros de adoção de C# VB.NET e Delphi.

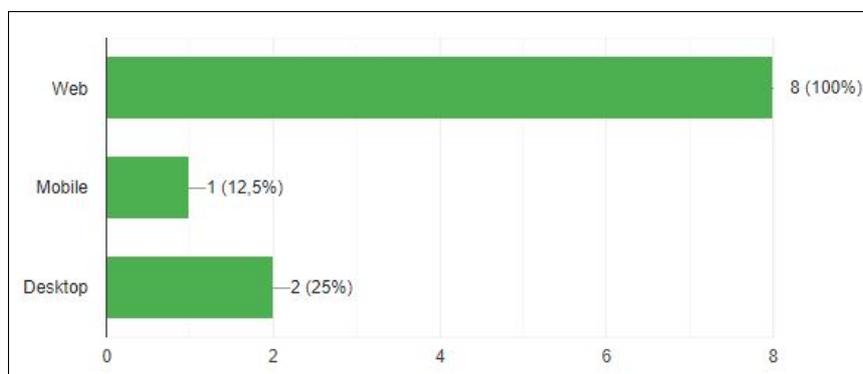
Figura 10 – Linguagem(ns) de programação adotada(s).



Fonte: Próprio Autor (2019).

Analisando o gráfico da Figura 11, destaca-se que todos os hospitais que têm desenvolvimento próprio de *software* adotam a plataforma *Web*, o que pode ser um fator facilitador para interoperabilidade desses sistemas.

Figura 11 – Plataforma(s) de desenvolvimento adotada(s).

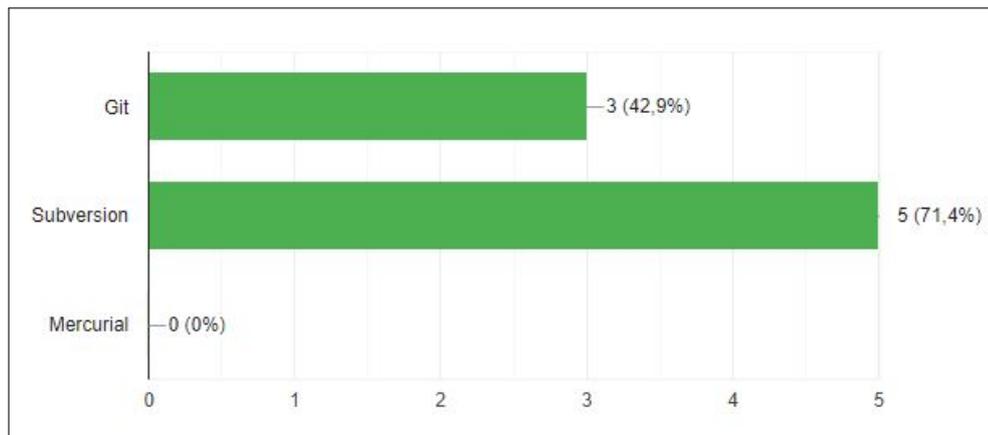


Fonte: Próprio Autor (2019).

A análise realizada demonstrou que quatro hospitais (50%) realizam testes unitários. Ainda em relação a testes, as respostas indicaram que apenas um hospital (12,5%) utiliza testes automatizados (PHP CodeSniffer, PHP CPD, Code Coverage e PMD).

Em relação às ferramentas de versionamento adotadas, de acordo com gráfico da Figura 12, as mais utilizadas são Subversion e Git.

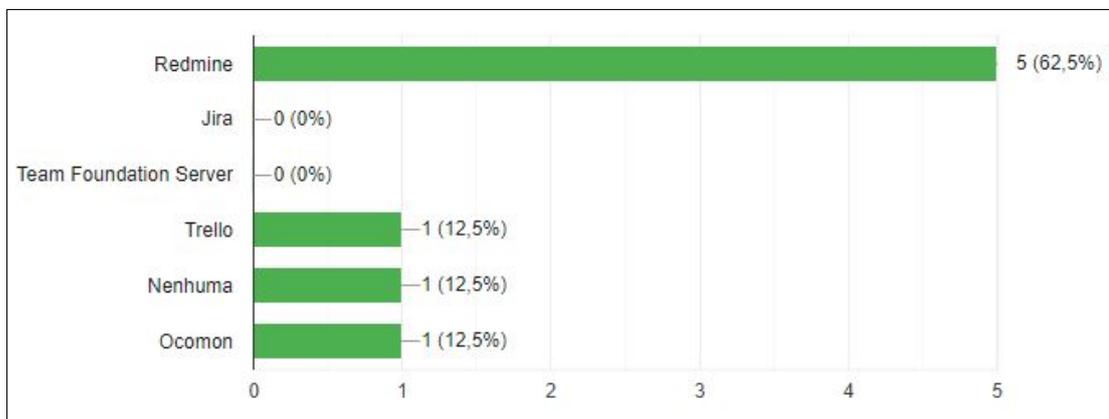
Figura 12 – Ferramentas de versionamento adotada(s).



Fonte: Próprio Autor (2019).

O gráfico da Figura 13 demonstra que o Redmine é a ferramenta de registro dos requisitos mais adotada (5 hospitais), seguidos por Trello e Ocomon. Um hospital não utiliza nenhuma ferramenta para este fim.

Figura 13 – Ferramenta(s) de registro dos requisitos adotada(s).

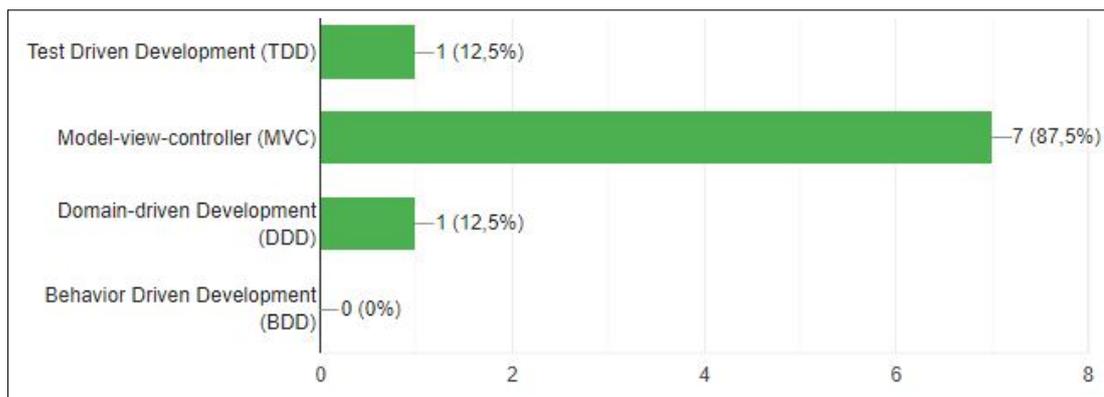


Fonte: Próprio Autor (2019).

Sobre a utilização de alguma ferramenta para automação de tarefas, três gestores (37,5%) responderam que fazem uso, sendo que um deles usa Kanboard, outro usa Selenium, e o último utiliza Jenkins, Deployer, Ansible e Docker.

A Figura 14 contém um gráfico que demonstra a maior adoção do padrão de desenvolvimento *Model-View-Controller* (MVC) por parte dos hospitais. Também foram registrados uso dos padrões *Test Drive Development* (TDD) e *Domain-driven Development* (DDD).

Figura 14 – Padrão(es) de desenvolvimento adotado(s).

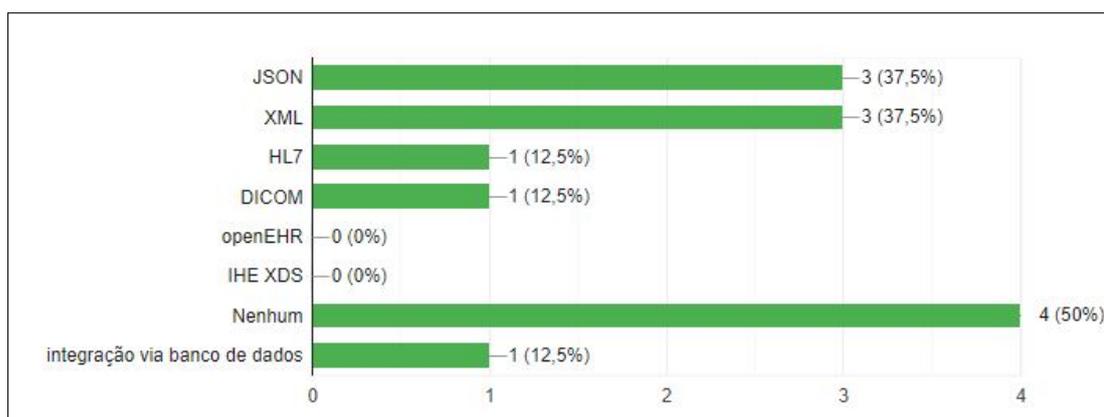


Fonte: Próprio Autor (2019).

Quando questionados em relação ao uso de uma arquitetura de desenvolvimento de *software*, três gestores (37,5%) sinalizaram que não adotam nenhuma arquitetura, os demais responderam que adotam ou uma arquitetura monolítica, ou arquitetura própria, ou uma arquitetura em três camadas e *framework* MVC. Um deles apenas disse que utiliza uma arquitetura de desenvolvimento, sem especificar qual. Nenhum dos gestores enviou uma representação das arquiteturas adotadas.

Em contraste com os resultados encontrados no MSL, o gráfico apresentado na Figura 15 demonstra a baixa adoção do padrão HL7 pelos hospitais. Também é destaque que metade dos gestores indicaram não utilizar algum padrão para interoperabilidade nos sistemas que desenvolvem.

Figura 15 – Padrão para interoperabilidade entre sistemas adotado(s).



Fonte: Próprio Autor (2019).

A última parte do questionário contém perguntas que foram apresentadas a todos os gestores, independente de terem desenvolvimento de *software* próprio ou não, sendo assim, volta a ser considerado um total de 15 hospitais nas informações do restante desta subseção.

O PostgreSQL é o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) mais utilizado

- catorze hospitais (93,33%), nove hospitais (60%) utilizam o MySQL, três usam Oracle, três SQL Server (20% cada) e dois utilizam IBM DB2 (13,33%).

A pergunta: "Qual o percentual de *software* utilizado em cada área?", gerou confusão entre os gestores, os quais responderam de forma diferente, porém, foi possível perceber que a área assistencial é a mais coberta por *softwares* nos hospitais, em seguida a área administrativa, e por fim, a área de ensino e pesquisa.

O sistema Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU) foi citado por 14 gestores (93,33%) entre os principais sistemas que utilizam, 9 utilizam o módulo Sistema de Informações Gerenciais (SIG) Auditoria, 7 módulo SIG Descentralização de Créditos, 5 SIG Protocolo, 4 SIG Jurídico, 4 SIG Patrimônio, 3 o Sistema Eletrônico de Informações (SEI), 2 SIG Orçamento, 2 MV2000, 1 SISCOM, 1 SISNEO, 1 SIMCO e 1 Multimed Philips. Os sistemas próprios foram: Aplicativo de Gestão do HXXX, SIE - UFXX, AGINFO e um sistema próprio sem nome definido.

Apenas um hospital (6,7%) tem um catálogo de *software*, este é um documento que especifica quais são os *softwares* homologados para uso na instituição.

Em relação à utilização de sistemas legados, 9 gestores (60%) alegam ter algum *software* deste tipo em uso, 3 destes não especificaram qual é este *software*, as demais respostas foram MV2000 (10 anos de uso) e SISCOM (8 anos de uso), HOSPUB, Sistema de patrimônio - SIGBEP e Sistema de Administração de Material - SAM (Legado de Almoxarifado), SIE (15 anos de uso) e Medlynx (15 anos de uso).

Alguma integração entre os sistemas é realizada em 7 hospitais, envolvendo o AGHU em todos os casos. Cinco destes responderam que a integração é realizada via banco de dados, 2 utilizando algum tipo de *web-service* e 1 não especificou como é feita essa integração.

Apenas um gestor respondeu sinalizando que os seus sistemas assistenciais estão adaptados ao Conjunto Mínimo de Dados (CMD), outro gestor não soube informar.

Os gestores foram questionados sobre as expectativas e as barreiras ou limitações para implantação de uma Arquitetura de ECOS, as respostas foram diversas. Como exemplo de expectativas estão a agilidade, padronização, confiabilidade no desenvolvimento de *software*, melhorias de integração e manutenção, diminuição de retrabalho em relação a soluções de *software* já desenvolvidas por outros hospitais, melhor da prestação de serviço a comunidade e entre outros. Em relação às barreiras ou limitações, foram citadas pelos gestores a falta de equipe e estrutura adequada, especificidades em cada HU e entre outros.

Ao final, todos os gestores sinalizaram o desejo em receber os resultados da pesquisa.

4.2 Formulário aplicado usando Lei de Acesso à Informação

Considerando os 40 hospitais da rede EBSEH, e desejando-se ter 95% de confiança nos resultados e 5% de margem de erro, o tamanho da amostra deveria ser de 38 hospitais, então buscou-se uma estratégia para aumentar o tamanho da amostra.

A Lei de Acesso à Informação, nº 12.527/2011, foi tomada como base para a decisão de enviar os questionamentos para Ouvidoria dos hospitais, para isso, utilizou-se o portal e-OUV². Alguns dos hospitais solicitaram o envio das manifestações pelo Sistema Eletrônico do Serviço De Informação ao Cidadão, portal e-SIC³. Ambos os sistemas são supervisionados pela Controladoria Geral da União (CGU), sendo assim, a tendência é de aumento na acurácia dos dados. É importante ressaltar que, dos 40 hospitais da rede EBSEH, um deles está em processo de integração a rede, e que uma maternidade da rede é vinculada a um hospital da rede, sendo os dois contabilizados como um só em certas ocasiões, sendo assim, nos sistemas e-OUV e e-SIC são listados 38 hospitais na rede EBSEH.

Considerando esta primeira experiência com o *survey*, este acabou servindo como uma pesquisa piloto, sendo assim, algumas questões foram alteradas, adicionadas ou excluídas, com o objetivo de adequar-se aos requisitos para questionamentos via Ouvidoria. Houve negativa das manifestações em alguns hospitais alegando que as respostas não seriam obrigatórias de acordo com a LAI, pois demandariam muitos esforços na obtenção dos dados. As questões enviadas nesta etapa estão disponíveis no Apêndice B.

As manifestações enviadas às Ouvidorias foram respondidas no período de 27/05/19 à 26/07/19, sendo que, trinta e uma destas foram respondidas pelo(s) gestor(es) designado(s) pelo ouvidor de cada hospital. Obtiveram-se respostas de 77,5% dos hospitais da rede, sendo o nível de confiança da amostra de 90% e margem de erro dos resultados de 7,12% aproximadamente. Considerando que a rede EBSEH está presente em todas as regiões do país, a amostra cobriu todas estas. Ressalta-se que cada questão foi analisada isoladamente, uma vez que, nem todos responderam a todas as questões.

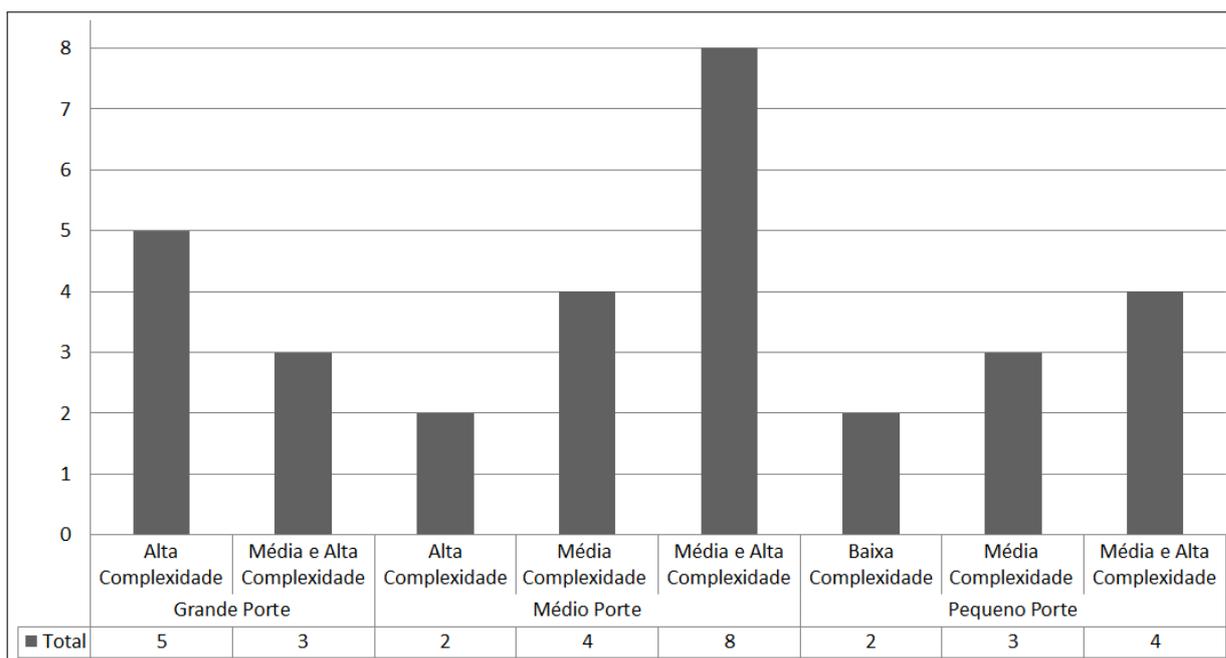
4.2.1 Análise dos Resultados do Questionário via Ouvidoria

A Figura 16 apresenta dados relativos ao nível de complexidade hospitalar, organizados pelo porte dos hospitais analisados. Observa-se que a maioria é de médio porte (14), seguidos pelos de pequeno porte (9) e por fim, os de grande porte (8). Cerca de 48% dos hospitais da rede atendem Média e Alta Complexidade, 23% Alta Complexidade, 23% Média Complexidade e 6% Baixa Complexidade. Tal classificação está de acordo com as respostas dos gestores, ou quando estes não responderam, a resposta foi obtida por meio dos *sites* dos hospitais.

² Acessível em: <https://sistema.ouvidorias.gov.br>

³ Acessível em: <https://esic.cgu.gov.br>

Figura 16 – Porte dos Hospitais.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Os hospitais da rede têm em média 200 leitos, sendo o maior com 573 leitos e o menor 21. Dos trinta e um gestores, 22 especificaram a quantidade de leitos de UTI (103) e 16 gestores informaram o total de leitos de UTI Neonatal (70), assim, a média resulta em aproximadamente 12 leitos de cada tipo de tratamento intensivo por hospital.

A média de prontuários por hospital é de 518.962, sendo que o maior quantitativo informado foi de 1.600.000 e o menor foi de 20.200. Alguns dos gestores consideraram apenas os prontuários em papel em suas respostas, 5 dos 31 gestores não responderam a esta pergunta.

Os números totais de funcionários variam entre 270 e 2862, sendo a média aproximada de 1.425 funcionários por hospital. É importante destacar que, alguns dos gestores consideraram funcionários terceirizados e outros não em suas respostas. Deste total, em média 281 são médicos e 619 profissionais da área assistencial (enfermeiros, técnicos e auxiliares em enfermagem).

Em relação aos profissionais de TI, foi informado um total de 311 funcionários, resultando em uma média de 10 profissionais por hospital. O maior número registrado foi de 26 funcionários e o menor 4. Três gestores não responderam detalhadamente o tipo dos profissionais de TI, as respostas dos demais são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Tipos de profissionais de TI.

Tipo	Quantidade
Analistas de TI (redes e suporte, processos, telecomunicações, sistema operacional ou banco de dados)	138
Técnicos em Informática	109
Técnicos em Suporte	48
Chefe de Setor	7

Fonte: Próprio Autor (2019).

Ainda em relação à Tabela 6, é importante salientar que algumas funções não foram detalhadas pelos gestores em suas respostas, devido a isso, os diferentes tipos de analistas foram contabilizados como um só e os técnicos não especificados foram considerados técnicos de informática.

A Tabela 7 apresenta os principais sistemas utilizados nos hospitais e o total aproximado de usuários de cada sistema, isto é, quantos colaboradores têm acesso a cada sistema do hospital. Entre parênteses, está a quantidade de gestores que citaram o uso de cada sistema. Importante destacar que, nem todos os gestores que responderam a questão informaram o número estimado de usuários dos sistemas. Quando os gestores responderam que todos os colaboradores têm acesso aos sistemas, considerou-se o número total de funcionários igual ao número de usuários de sistemas. Oito dos 31 gestores não responderam este questionamento.

Tabela 7 – Principais Sistemas Utilizados e Número Aproximado de Usuários.

Sistema	Número de Usuários	Sistema	Número de Usuários
AGHU (22)	23206	Fila Cirúrgica (1)	185
MV2000 (3)	8627	Agendamento de consultas (1)	182
SEI (10)	6729	SAM (1)	163
SMARTHEALTH (1)	4246	Faturamento (1)	140
Prescrição Médica (2)	3527	Patrimônio (1)	122
SISAH (1)	2932	Abertura de Chamados (1)	122
<i>Gestionnaire Libre de Parc Informatique</i> (GLPI) (4)	2925	Recursos Humanos (1)	119
Matrix Connect (2)	2706	Nutrição Parenteral (1)	116
+Colaboradores (1)	1592	Financeiro (1)	85
Dashboards (1)	1592	SIGEC (1)	75
Mastertools (1)	1478	HUXXAPP (1)	58
SIGH (1)	1353	SISNEO (2)	53
Sistemas.HU (1)	1233	Banco de Sangue (1)	47
MENTORH (1)	916	Regulação (1)	47
Medlynx (1)	886	Controle de Filas (SGA) (1)	34
Pandora (1)	848	SISCOM (1)	24
SIG (5)	830	Controle de Visitantes (1)	14
Sistemas para exames de diagnósticos (1)	741	Gestão Eletrônica de Documentos (1)	14
SSGH (1)	691	PACS (3)	Não Informado
Internação (1)	680	SAHU (2)	Não Informado
Aplicativo de Gestão do HUXX (1)	679	SGD (1)	Não Informado
Farmácia (1)	670	SPData (1)	Não Informado
Estoque (1)	670	Sistemas do Governo Federal (Setores de Faturamento, Contabilidade, Compras, Almoxarifado) (1)	Não Informado
SGA (2)	543	DATAFLEX (2)	Não Informado
SAGH (1)	543	Netterm (1)	Não Informado
Portal do Empregado (1)	543	AGH (1)	Não Informado
Moodle (1)	543	ADS HOSPITALAR (1)	Não Informado
Genus (1)	470	ADS NUTRI (1)	Não Informado
Internação (1)	289	ADS ENSINO (1)	Não Informado
Sistema de Gerenciamento de Serviços (1)	270	VIGIHOSP (1)	Não Informado
Ambulatório (1)	248	CID X SSM (1)	Não Informado
Simon (1)	205		

Fonte: Próprio Autor (2019).

De acordo com as respostas dos gestores, em treze hospitais (41,93%), todos os profissionais da área da saúde estão aptos a utilizarem os sistemas. As respostas dos demais gestores

apresentaram quantitativos superiores à soma dos médicos, enfermeiros e auxiliares e técnicos de enfermagem, visto que, consideraram em suas respostas outros profissionais, como nutricionistas, odontólogos, psicólogos, fisioterapeutas, entre outros. Um gestor não soube precisar a quantidade de usuários da área da saúde. Onze gestores não responderam a pergunta.

Com exceção de uma resposta sinalizada com o status de parcial, todos os gestores sinalizaram que os sistemas estão configurados e permitem acesso por perfis de acordo com usuário. Cinco dos trinta e um gestores não responderam a pergunta.

As respostas de três gestores (9,67%) foram positivas quanto a existência de sistemas que se integram a outros sistemas das secretarias estaduais ou municipais de saúde, um deles especificou que são os sistemas AGHU e SISAH, e outro os sistemas AGHU com o Sistema de Regulação (SISREG). Um gestor respondeu que é feita manualmente a carga da Tabela do Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM (SIGTAP) do SUS no AGHU, já outro gestor respondeu que há uma integração parcial envolvendo o sistema Administração Hospitalar. Quatro gestores não responderam esta pergunta.

Em relação aos fornecedores de *hardware*, *software* e dispositivos médicos, sete gestores responderam que as compras são centralizadas na Sede da EBSEH e que não há escolha de fornecedores devido ao processo licitatório. No entanto, o intuito da pergunta era identificar os equipamentos já em operação. Nesse sentido foram citadas as empresas Dell (6 vezes), Daten (6 vezes), GE (6 vezes), HP (5 vezes), Philips (5 vezes), Siemens (5 vezes), Microsoft (4 vezes), Canon (3 vezes), Agfa (3 vezes), Matrix (2 vezes), Huawei (2 vezes), e com uma citação os equipamentos das empresas Lexmark, Yealink, COBAS, HUBI, Ortoclinical, PMH, CQC, Vytra, Alvaro, Toshiba, Alpharad, Covidien, Bennett, Dixtal, Maquet, Linet, Fujifilm, Olympus, Heine, Zeiss, Alfamed, Omnimed, Barrfab, Barco, Nihon Kohden, Karl Storz, Cardios, Hologic e Pixon. Não houve registros de integração com sistemas de fornecedores. Treze gestores não responderam esta pergunta.

Nenhum equipamento médico é conectado a sistemas do hospital de acordo com as respostas de sete gestores. Um gestor citou os equipamentos Pantera, AutoDelfia, Victor e RubyOito sem fornecer maiores detalhes sobre a conexão, outro gestor registrou que o MV (PACS) é integrado com o AGHU. Os demais responderam que, em geral, os equipamentos laboratoriais e de imagens estão conectados a sistemas do hospital, porém, não forneceram maiores detalhes. Dez gestores não responderam esta pergunta.

De acordo com os gestores, em dezessete hospitais (54,83%) há servidores de *storage*, enquanto, onze (35,48%) hospitais não dispõem desse equipamento. A Tabela 8 traz informações sobre fabricantes e capacidades de armazenamento desses servidores. Três gestores não responderam a pergunta.

Tabela 8 – Fabricante e Capacidades de Armazenamento dos *Storages*.

Fabricante/Modelo	Capacidade de Armazenamento
Compellent SCv2080	70TB
Dell EMC VNC5300	98TB
Dois <i>storages</i> Synology SAN	4TB e 13.1 TB
ECM2	60TB
Huawei	8TB
HPE 3PAR 8200	115TB
Dell Equallogic PS6210	26TB
HP e EMC	72TB (combinados)
Dell EMC5300 e Unit500	90TB e 128TB
Um <i>storage</i> não informado	60TB
HP 3PAR	40TB
Quatro <i>storages</i> não informados	Três com 10TB e um com 90TB
MICRON	Não informado
DELL PowerVault MD3200i	32TB
EMC 5300 vnx	60TB
Nutanix	40TB
Dell SC5020, SC400 e EqualLogic PS 6210	75,6TB (combinados)

Fonte: Próprio Autor (2019).

Em relação aos servidores de aplicação, apenas dois gestores alegaram não ter nenhum equipamento deste tipo. As respostas dos demais 24 gestores variaram, citaram em geral dispor de mais de um servidor de aplicação entre dispositivos físicos e máquinas virtuais. O fabricante mais citado foi a Dell (em 13 hospitais). Cinco gestores não responderam ao questionamento.

Em relação a segurança, dez dos gestores (32,25%) afirmaram que os hospitais não têm nenhum equipamento ou solução dedicado a este fim. As respostas dos demais 12 gestores (38,7%) citam itens como circuito interno fechado de TV, *firewall* (Palo Alto ou PFSense), controle de acesso biométrico, travas eletrônicas, e solução de monitoramento e combate a incêndio. Nove gestores não responderam a pergunta.

O PostgreSQL foi o SGBD mais citado, os 28 gestores que responderam a pergunta o citaram, seja de forma isolada ou em conjunto com outros SGBD. Seu uso em conjunto com o MySQL foi o maior índice registrado (9 citações). O MySQL foi citado 18 vezes, o Oracle 8 vezes, o SQLServer 5 vezes, o Firebird foi citado duas vezes e o DB2, Caché, MongoDB e Sysbase foram citados uma vez cada. Três gestores não responderam esta pergunta.

Em relação aos sistemas que consideram mais importantes para o hospital, 28 (90,32%) gestores citaram o AGHU, 21 citaram os diferentes módulos do SIG e 8 o SEI. É importante destacar que 11 gestores citaram uso de algum sistema próprio ou contratado entre os seus principais. Três gestores não responderam a questão.

Apenas três gestores alegaram ter um catálogo de *software* para o hospital. Dois gestores não responderam esta pergunta.

Em treze hospitais não há *software* legado em uso, de acordo com as respostas dos

gestores. Entre os 16 (51,61%) que alegaram a existência de *softwares* legados, o sistema MV2000 foi citado duas vezes (um deles citou que o tempo de uso é de 10 anos), sistema HOSPUB foi citado duas vezes (um deles citou que o tempo de uso é de 10 anos), o sistema Administração Hospitalar foi citado uma vez (tempo de uso de 18 anos), o Medlynx e o SIE foram citados uma vez (tempo de uso 15 anos), SISCOM (8 anos), SIH (6 anos), as demais respostas não especificaram o sistema ou tempo de uso, limitando-se a informar que apenas existem. Dois gestores não responderam a questão.

Quatorze gestores (45,16%) alegaram ter desenvolvimento de *software* próprio nos hospitais. Dois gestores não responderam a pergunta. As perguntas a seguir foram respondidas apenas pelos hospitais que sinalizaram ter desenvolvimento de *software* próprio, portanto, os resultados apresentados na sequência referem-se a 14 hospitais.

O gráfico da Figura 17 demonstra as principais linguagens de programação adotadas nos 14 hospitais que têm desenvolvimento próprio de *software*. O destaque é para linguagem PHP (com 7 registros foi a mais citada), em seguida Java (6 citações) e para a combinação de PHP e Javascript (mais citada em geral, em 4 hospitais).

Todos os hospitais que têm desenvolvimento de *software* próprio, de acordo com os gestores, desenvolvem para a plataforma *Web*. Já a plataforma *Desktop* obteve três citações e o desenvolvimento para a plataforma *Mobile* duas citações.

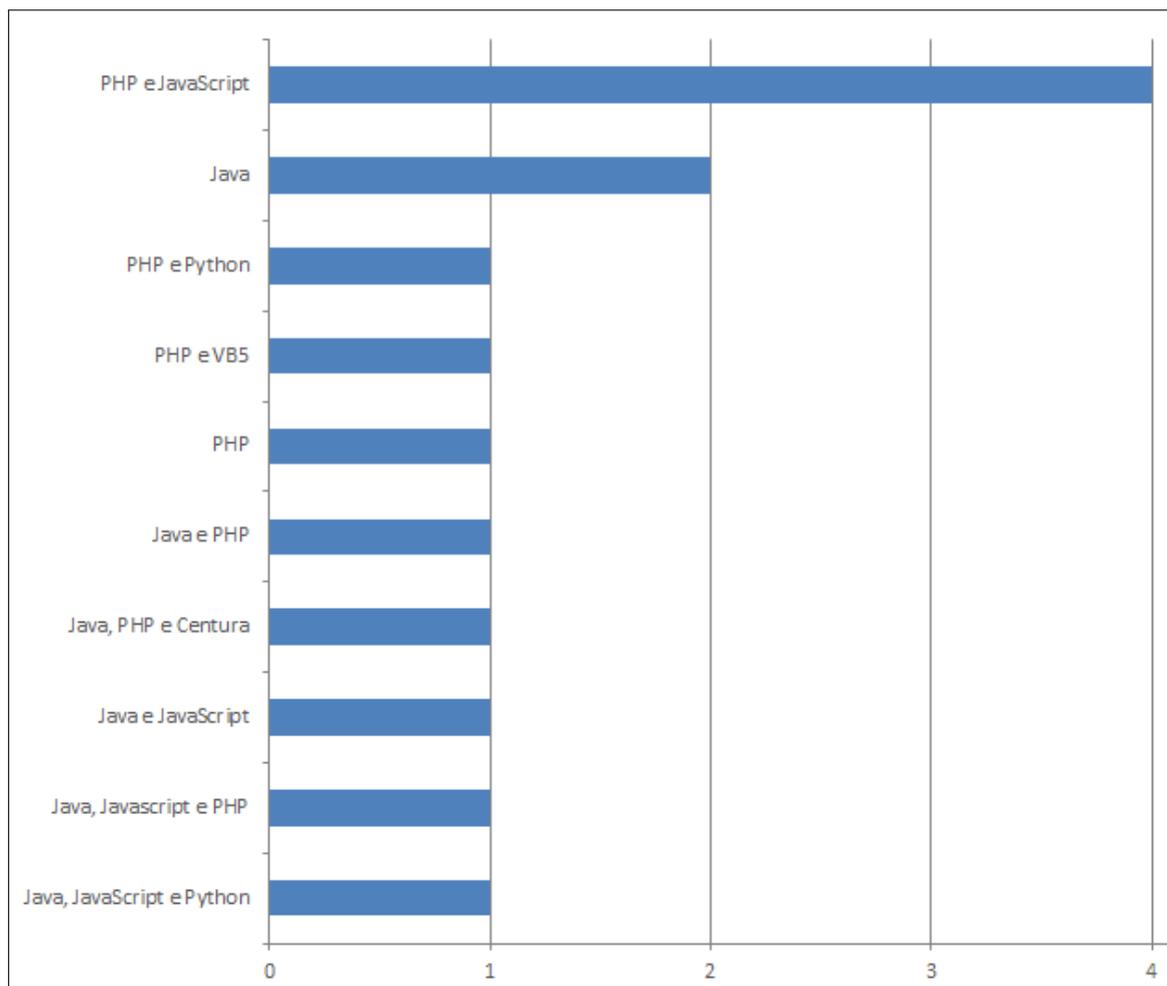
Apenas quatro hospitais (12,90%) utilizam testes unitários, de acordo com os gestores. Em relação aos testes automatizados, apenas três (9,67%) utilizam alguma ferramenta para este fim, um dos gestores citou utilizar PHP CodeSniffer, PHP CPD, Code Coverage e PMD, um citou Selenium, e o outro citou a utilização de uma aplicação própria.

Em relação às ferramentas de versionamento, seis gestores (42,85%) alegaram utilizar a ferramenta Git, outros cinco citaram o uso do Subversion, sendo que um deles citou o uso das duas concomitantemente. Um gestor informou que não utiliza nenhuma ferramenta para este fim e outro não respondeu a questão.

Quanto às ferramentas de registro dos requisitos, nove dos catorze gestores, com desenvolvimento próprio no hospital, informaram utilizar o Redmine, um citou GLPI e outro o Microsoft Teams. Três gestores responderam que não utilizam nenhuma ferramenta para registro dos requisitos.

Apenas três gestores alegaram utilizar alguma ferramenta para automação de tarefas, um deles citou a ferramenta Selenium, um citou apenas Jenkins e outro Jenkins, Deployer, Ansible e Proxmox. Quatro gestores não responderam a questão.

O padrão de desenvolvimento MVC é seguido em dez hospitais, sendo que destes dez, dois citaram também o padrão TDD. Dois gestores citaram não utilizar nenhum padrão e dois não responderam a pergunta.

Figura 17 – Principais Linguagens de Programação Adotadas.

Fonte: Próprio Autor (2019).

Quanto a adoção de uma arquitetura de desenvolvimento de *software*, três gestores responderam que não adotam nenhuma, dois citaram o *framework* MVC, dois citaram cliente/servidor, houve uma citação para arquitetura monolítica, arquitetura em 5 camadas, arquitetura em 3 camadas, Design Patterns, microsserviços e *Multiview Service/SOA*. Um dos gestores não respondeu a questão.

Em relação à utilização de padrões para interoperabilidade entre sistemas, sete dos gestores responderam que não utilizam nenhum padrão, seis citaram o JSON, quatro citaram o DICOM e três citaram o XML.

De acordo com os gestores, em todos os quatorze hospitais, existem diferentes abordagens para integração entre os sistemas, todas envolvendo o AGHU. Onze destes responderam que a integração é feita via compartilhamento de banco de dados, cinco utilizando algum tipo de *web-service*, um citou o uso de um robô de integração e outro utilizando API de sistemas adquirida de terceiros.

Nenhum dos gestores respondeu positivamente ao questionamento relativo à adaptação

dos sistemas assistenciais do hospital ao Conjunto Mínimo de Dados (CMD).

4.2.2 Análise dos Resultados

Esta subseção apresenta uma síntese dos principais resultados identificados no questionário enviado aos gestores dos hospitais pela lei de acesso à informação.

As evidências são de que os hospitais da rede EBSEERH estão acima da média do país em relação ao número total de funcionários por leito, apresentando índices de aproximadamente 7,12 para cada leito. Nos hospitais do Brasil, a média é de aproximadamente 4,5 (SAÚDE, 2014).

Os índices de funcionários assistenciais são de 3,09 por leito, os de médicos são 1,4 por leito e os de funcionários da área de TI apenas 0,05 por leito, sempre em números aproximados. Também foram observadas diferenças no quantitativo de funcionários de todos os perfis entre os hospitais, nem sempre relacionados ao porte e quantidade de leitos do hospital, indicando assim uma má distribuição destes.

O relatório do CETIC (2019), aponta que cerca de 22% dos estabelecimentos de saúde no Brasil tem um departamento de informática ou área de TI. Neste cenário, os hospitais da rede EBSEERH destacam-se, pois, todos tem este setor. Ainda de acordo com o relatório, cerca de 78% dos estabelecimentos de saúde no Brasil tem de 1 a 3 funcionários de TI, 16% de 4 a 10 funcionários e 4% acima de 10 funcionários, sendo assim, os hospitais da rede EBSEERH estão levemente acima da média do país, apresentando índices médios de 10 funcionários de TI por hospital.

A rede EBSEERH é a maior rede de hospitais públicos do país, somadas as respostas, são mais de 13 milhões de prontuários, considerando que aproximadamente 23% dos hospitais da rede não responderam as manifestações e, que alguns dos que responderam consideraram apenas prontuários físicos ou apenas digitais, podendo esse número chegar facilmente a 15 milhões de prontuários. Dessa forma, considerando que cada paciente tenha dois contatos anuais com o hospital, estima-se que são mais de 30 milhões de atendimentos anuais. As descobertas de mais de sessenta sistemas diferentes reforçam a inferência em relação à grandeza e heterogeneidade da rede.

O índice de hospitais que desenvolve *software* próprio é mais que o dobro nos maiores hospitais, dos nove hospitais de pequeno porte apenas dois desenvolvem *software* próprio (22,22%), dos sete de grande porte quatro desenvolvem (57,14%) e entre os treze hospitais de médio porte, oito desenvolvem (61,53%).

Também realizou-se uma análise por regiões do país, dentre os catorze hospitais que desenvolvem *software*, cinco estão no Nordeste (35,71%), quatro no Sul (28,57%), três no Centro-Oeste (21,42%) e dois no Sudeste (14,28%). Na região Norte não houve nenhum registro. Considerando o número de estados em cada região, proporcionalmente, pode-se perceber um alto índice na região Sul, são três estados e quatro hospitais que desenvolvem *software* na região, sem

contar que, dois hospitais de um dos estados não responderam as manifestações na ouvidoria, podendo assim aumentar esse índice.

Destaca-se o baixo índice de desenvolvimento de *software* próprio considerando toda a rede, bem como, são baixos os índices de adoção de boas práticas e ferramentas para auxiliar esse processo. Padrões obrigatórios para interoperabilidade em saúde, como o HL7 e SNOMED, altamente difundidos segundo o MSL realizado, não são adotados nos hospitais da EBSEERH.

A plataforma *Mobile* está em ascensão na sociedade com a ampla difusão de *smartphones* e *apps*, entretanto, é pouco adotada pelos hospitais. A adoção da plataforma *Web* se apresenta como um possível fator facilitador para interoperabilidade entre sistemas.

A análise das respostas permitiu comprovar que o AGHU é o principal sistema utilizado nessas instituições, entretanto, a integração citada com AGHU é sempre realizada por meio de banco de dados, permitindo apenas a execução de consultas na base do sistema.

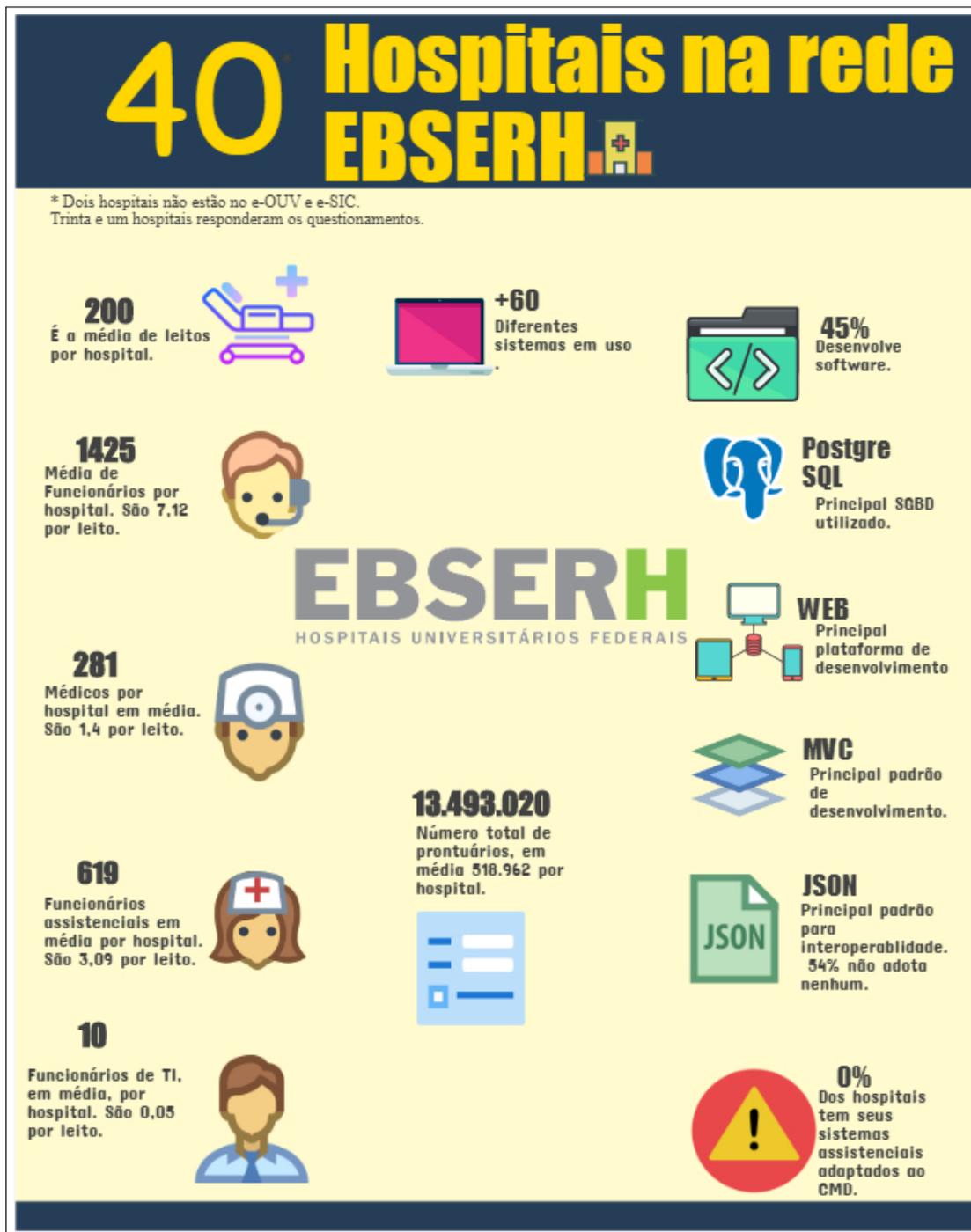
Em relação ao *hardware*, o índice de uso de *storages* e de *hardware* dedicado a segurança pode ser melhorado para atender parte das intervenções propostas pela OMS para fortalecimento dos sistemas de saúde (ORGANIZATION et al., 2018).

Foi identificada a necessidade de maior investimento em *software* na área de ensino e pesquisa. O desenvolvimento de sistema para pedido, autorização e acompanhamento de projetos de pesquisa já está previsto no Plano Diretor de Tecnologias de Informação e Comunicação (PDTIC) 2019-2020 da EBSEERH (EBSEERH, 2019e).

Outro dado destacado é a ausência de sistemas que suportem o padrão CMD nestes hospitais. O CMD foi instituído pelo Decreto de 29 de novembro de 2017 (alterado pelo Decreto n.º 9.775, de 30 de abril de 2019) e pela Resolução CIT n.º 6, de 25 de agosto de 2016. Este é o documento público que coleta os dados dos atendimentos em saúde realizados em qualquer estabelecimento de saúde do Brasil, sua adoção é obrigatória, seja este público ou privado, em cada contato assistencial realizado (CMD, 2019).

Um resumo dos dados considerados mais relevantes é apresentado em um infográfico na Figura 18. Os dados do infográfico referem-se aos 31 hospitais que responderam as manifestações na ouvidoria e aos 14 hospitais com equipe desenvolvimento de *software* próprio.

Figura 18 – Análise dos Resultados.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Os resultados apresentados neste capítulo possibilitaram conhecer o cenário atual dos hospitais da rede EBSEERH em relação aos aspectos de ECOS, sendo estes resultados considerados essenciais no processo de elaboração da arquitetura de ECOS proposta, a qual é detalhada no capítulo a seguir.

5

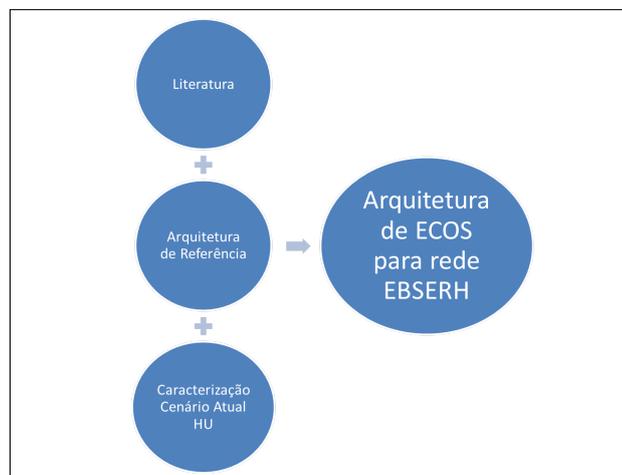
Desenvolvimento e Avaliações da Arquitetura de ECOS para Rede EBSEH

Com o intuito de auxiliar na resolução dos problemas apresentados no Capítulo 1, o presente capítulo apresenta a Arquitetura de ECOS proposta para a rede EBSEH. Tal arquitetura tem por objetivo servir de base no mapeamento, na definição de padrões, no desenvolvimento e na implantação de um ECOS saudável neste ambiente, para isto, também é apresentado um guia para implantação da arquitetura e duas avaliações da saúde do ECOS realizadas em dois dos hospitais da rede EBSEH.

5.1 Desenvolvimento da Arquitetura de ECOS para Rede EBSEH

No processo de desenvolvimento da Arquitetura de ECOS para rede EBSEH, foi necessário recorrer a vários elementos, os quais são apresentados na Figura 19.

Figura 19 – Elementos usados na Arquitetura Proposta.



Fonte: Próprio Autor (2019).

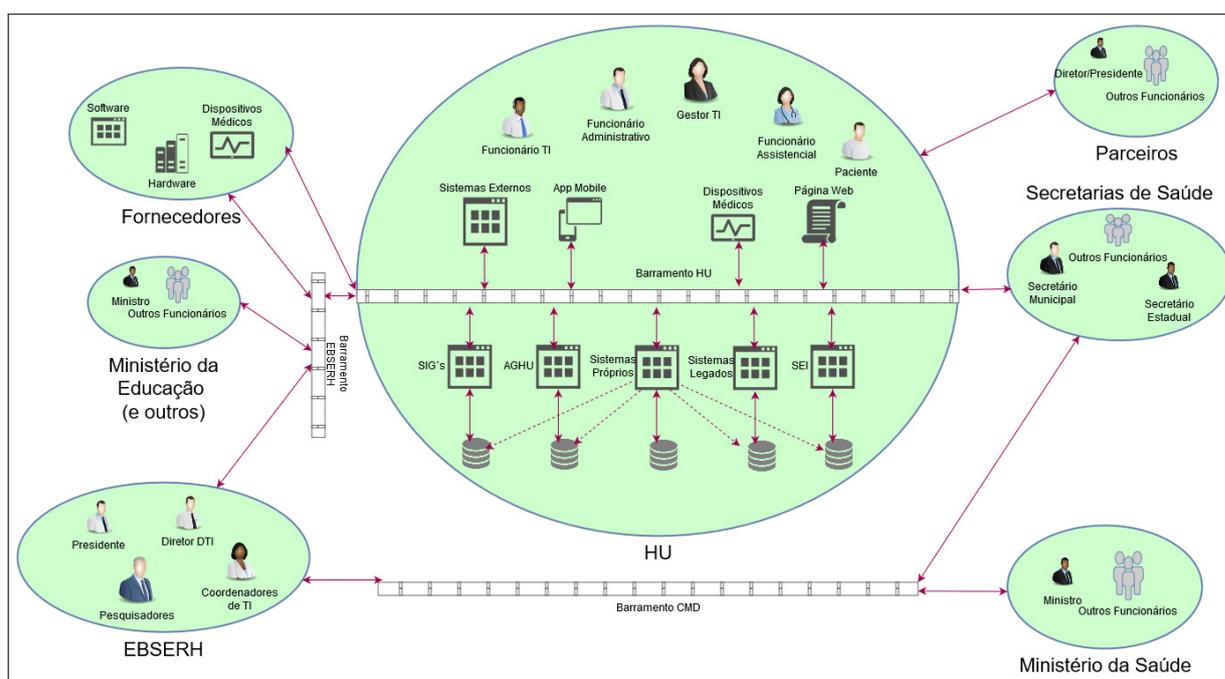
Fomentaram este processo o MSL em relação às Arquiteturas de Ecossistemas de *Soft-*

ware, ou estruturas semelhantes, juntamente com a caracterização do cenário atual em relação a ECOS nos HU da rede EBSEH identificada no survey.

A arquitetura de referência citada na Figura 19 é a Arquitetura AiKi, detalhada no Capítulo 2. A AiKi foi tomada como base para elaboração da Arquitetura de ECOS para a Rede EBSEH, sendo identificada a necessidade de definir como implantá-la em ambiente operacional e como adequá-la à situação atual e características dos HU da rede EBSEH.

Um modelo conceitual da arquitetura proposta é apresentado na Figura 20. Este modelo apresenta as principais organizações, atores e relacionamentos estimando o cenário mínimo para o ECOS da rede EBSEH.

Figura 20 – Modelo Conceitual da Arquitetura de ECOS para Rede EBSEH.



Fonte: Próprio Autor (2019).

É importante destacar que, a abordagem de Arquitetura de ECOS, adotada neste trabalho para fomentar a interoperabilidade entre sistemas, não impede que outras abordagens mais focadas no software, como SOA e ontologias, possam ser adotadas em conjunto.

Na sequência deste capítulo, são detalhados aspectos das estruturas organizacionais, de negócios e de software da Arquitetura de ECOS proposta para rede EBSEH.

5.1.1 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional de um ECOS contém os elementos de ator e software relacionados à governança da interação e organização dos elementos no ecossistema. A interação dos atores também está relacionada ao papel que cada ator desempenha no ecossistema.

A criação da EBSEERH deu-se por meio da Lei nº 12.550, de 15 de dezembro de 2011, como uma empresa pública vinculada ao Ministério da Educação, com a finalidade de prestar serviços gratuitos de assistência médico-hospitalar, ambulatorial e de apoio diagnóstico e terapêutico à comunidade, assim como prestar às instituições públicas federais de ensino ou instituições congêneres serviços de apoio ao ensino, à pesquisa e à extensão, ao ensino-aprendizagem e à formação de pessoas no campo da saúde pública (EBSEERH, 2019d).

Trata-se da maior rede de hospitais públicos do Brasil, com a atuação de uma rede que inclui a Sede da empresa e 40 Hospitais Universitários Federais, que exercem a função de centros de referência de média e alta complexidade para o Sistema Único de Saúde (SUS) e um papel de destaque para a sociedade (EBSEERH, 2019d). O organograma da Sede da EBSEERH encontra-se no Anexo A deste trabalho, como cada hospital tem seu próprio organograma, estes não serão apresentados.

Os principais atores e a sugestão de papéis ao nível organizacional, considerando o ECOS da rede EBSEERH são detalhados na Tabela 9.

Tabela 9 – Principais atores e seus papéis na Estrutura Organizacional.

Ator	Papéis
Ministros da Saúde e Educação	Políticas nacionais para organização da rede EBSEERH e do SUS em relação a ECOS.
Presidente da EBSEERH	Reger a organização e gestão de toda a rede, incluindo os custos e criação de valor.
Diretor de TI EBSEERH	Definir padrões de infraestrutura da rede, arquitetura, implementação e testes.
Superintendentes dos HU	Auxiliar no processo de construção de conhecimento acerca do ECOS; auxiliar a difundir os conhecimentos por toda a estrutura do ecossistema.
Gestores de TI dos HU	Definir padrões de infraestrutura locais, arquitetura, implementação e testes; avaliar a saúde do ECOS.
Secretários Municipais e Estaduais de Saúde	Políticas regionais das organizações do SUS em relação a ECOS.

Fonte: Próprio Autor (2019).

De acordo com a arquitetura proposta, a responsabilidade de orquestrar o ECOS em saúde será da Sede da EBSEERH, mais especificamente a Diretoria de Tecnologia da Informação (DTI). É claro que para isto, é necessário o suporte das instâncias superiores da empresa.

Neste cenário, os relacionamentos dos atores, com foco na TI, seria primeiro entre os Secretários Estaduais e Municipais de Saúde junto com os responsáveis pela TI nessas instâncias, pois, de acordo com a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (BRASIL, 2016), é papel da gestão estadual prestar apoio e cooperação técnica aos municípios para implantar soluções de informática, segundo suas necessidades regionais, para atender a demandas informacionais no âmbito de seu território e garantir a interoperabilidade com os sistemas nacionais. Sendo assim, o estado deve também estabelecer padrões a serem seguidos pelos municípios que o compõe, sem se sobrepor às regulamentações estabelecidas a nível

nacional.

Em seguida os Secretários Estaduais e Municipais de Saúde atuam junto aos Gestores de TI dos HU, alinhando as especificidades regionais. As necessidades internas da rede EBSEERH devem ser tratadas entre os Gestores de TI dos HU e a DTI na Sede, isto inclui os responsáveis pela Coordenadoria de Infraestrutura e Segurança de TI, Coordenadoria de Desenvolvimento de Sistemas de Informação e do Serviço de Governança de TIC. A articulação com os ministros da saúde, da educação, e de outros, fica a cargo do presidente da EBSEERH, após apresentação das demandas pelo Diretor de TI.

É pertinente ressaltar que, existe um ECOS em saúde no nível municipal, que não está contido no ECOS existente ao nível estadual, da mesma forma que este não está contido no nível federal ou da EBSEERH. São ecossistemas diferentes, com necessidades e características diferentes, os quais possuem regras para estabelecer uma interação entre si, formando assim um ECOS em saúde de abrangência nacional, ou neste caso, no contexto da EBSEERH.

5.1.2 Estrutura de Negócios

A estrutura de negócios lida com a geração, a entrega e a captação de valores, sejam financeiros ou não. A Figura 21 apresenta o Modelo de Negócios *Canvas* para a Arquitetura de ECOS da rede EBSEERH, no modelo foram levados em conta itens como, aumento na eficiência e eficácia dos serviços de saúde, diminuição no tempo de desenvolvimento de uma aplicação para o ecossistema, maior reaproveitamento de estruturas e maior interoperabilidade. Também há de se considerar alguns aspectos relacionados a visão da EBSEERH, esta é: “Ser referência nacional no ensino, na pesquisa, na extensão e na inovação no campo da saúde, na assistência pública humanizada e de qualidade em média e alta complexidade, e na gestão hospitalar, atuando de forma integrada com a Universidade e contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas de saúde” (EBSEERH, 2019a).

Figura 21 – Modelo de Negócio Canvas da Arquitetura de ECOS EBSE RH.

Parcerias Principais Universidades Federais; Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde; Fornecedores de Hardware, Software e Dispositivos Médicos.	Atividades Chave Serviços gratuitos de assistência médico-hospitalar, ambulatorial e de apoio diagnóstico e terapêutico à comunidade, no âmbito do SUS; Administrar unidades hospitalares; Desenvolvimento e manutenção de Software; Governança do ECOS.	Proposta de Valor Eficiência; Transparência; Valorização das Pessoas; Sustentabilidade; Excelência; Meritocracia; Integridade e Ética; Participação; Significado Inovação; Profissionalismo; Foco em Resultados; Desenvolvimento de software mais barato, rápido e de maior qualidade; Sistemas Integrados.	Relacionamento com Clientes Cuidados de enfermagem; Contato Clínico Geral.	Segmentos de Clientes Usuários do Sistema Único de Saúde - SUS.
	Recursos Principais Gestores da EBSE RH e dos HU; Funcionários Área Assistencial; Funcionários Área Administrativa; Funcionários Área Tecnologia da informação.		Canais Atendimento das especialidade oferecidas; Ouvidoria; Portal de Acesso à informação; Sites da EBSE RH e dos HU.	
Custos Funcionários; Contratos; Insumos Médico-hospitalares; Custos de desenvolvimento de software e associados.		Receitas Ministério da Saúde; Ministério da Educação; Acordos e Convênios com entidades nacionais e internacionais.		

www.businessmodelgeneration.com. Adaptado livremente por www.laboratorium.com.br
 This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported License.

Fonte: Próprio Autor (2019).

Os itens destacados em cinza na Figura 21, indicam as potenciais implicações da Arquitetura de ECOS proposta neste trabalho para a rede EBSE RH. Os principais atores e papéis ao nível de negócios são detalhados na Tabela 10.

Tabela 10 – Principais atores e seus papéis na Estrutura de Negócios.

Ator	Papéis
Gestores da EBSE RH	Planejar, controlar e executar projetos que gerem valor para o ecossistema; Gerir os ativos humanos que compõe todas as estruturas do ECOS; Gerir a forma que as empresas prestadoras de serviço ou de produtos interagem com o ECOS.
Fornecedores	Atuar no sentido de convergência aos padrões do ECOS em implementação.
Gerentes Administrativos dos HU	Incluir aspectos relacionados ao ECOS na execução da programação financeira do Hospital.
Funcionários Assistenciais e Administrativos EBSE RH	Apresentar suas impressões quanto aos valores recebidos do ECOS; sugerir mudanças para a melhor adequação dos produtos ao ambiente.
Sociedade e Discentes	Apresentar suas impressões quanto aos valores recebidos do ECOS; sugerir mudanças para a melhor adequação dos produtos ao ambiente.

Fonte: Próprio Autor (2019).

Sobre a captação de recursos financeiros, a Portaria nº 2.073 (BRASIL, 2011) de 31/08/2011 do Ministério da Saúde (MS), regulamenta o uso de padrões de informação em saúde e de interoperabilidade entre os sistemas de informação do SUS, nos níveis Municipal, Distrital, Estadual e Federal, e para os sistemas privados e de saúde suplementar, no artigo 10, a portaria estabelece que o MS ficará responsável pelos recursos financeiros necessários à efetivação da utilização dos padrões de interoperabilidade e informação em saúde, estabelecidos nos termos da Portaria, seja para subscrição, associação ou licenciamento, sendo a liberação de uso estendida a Estados, Distrito Federal e Município.

O artigo 11 da portaria nº 2.073 de 31/08/2011 (BRASIL, 2011) estabelece que: “Os custos relacionados à adequação de sistemas de informação para uso dos padrões de interoperabilidade e informação em saúde serão de responsabilidade dos proprietários dos respectivos sistemas”, ou seja, as organizações apresentadas no modelo conceitual desta dissertação serão responsáveis pelos custos de adequação dos seus próprios sistemas de informação em saúde, para isso, contam com este ponto de partida fornecido pelo MS. Os recursos para os HU, de acordo com o Decreto nº 7.082 de 27/01/2010 (BRASIL, 2010), estipula o compartilhamento entre o Ministério da Educação e MS nas despesas dos HU.

Quanto à criação e entrega de valor, na arquitetura proposta espera-se que um elemento de *software* deva entregar valor por si próprio, como as aplicações, ou servir com fonte de criação de valor, como plataformas ou componentes e serviços reutilizáveis, tudo isso para servir à sociedade, que poderá transmitir o impacto dos valores oferecidos pelo ECOS na satisfação das suas necessidades. Além disso, por meio das ouvidorias, a sociedade também pode fornecer sugestões aos diferentes níveis da estrutura organizacional para melhoria da prestação dos serviços.

5.1.3 Estrutura de *Software*

A estrutura de *software* de um ECOS diz respeito aos elementos de ator e de *software* relacionados à produção de aplicativos no ECOS. Os principais atores e papéis dessa estrutura na rede EBSEERH são detalhados na Tabela 11.

Tabela 11 – Principais atores e seus papéis na Estrutura de *Software*.

Ator	Papéis
Gestores de TI dos HU	Juntamente com o DTI/EBSEERH, definir os componentes de <i>software</i> do ECOS, suas propriedades externas e relacionamento com outros componentes; gerir a documentação das decisões arquiteturais do ECOS; Passar as diretrizes dos ECOS para os Analistas de TI.
Analistas de Tecnologia da Informação	Coordenar a especificação, desenvolvimento e manutenção dos sistemas de <i>software</i> ; propor soluções de <i>software</i> ; auxiliar os gestores em suas atividades.
Técnicos de Informática e Suporte	Implementar as soluções definidas pelos engenheiros e arquitetos de <i>software</i> ; Manter infraestrutura em boas condições para operação do ECOS.
Funcionários Assistenciais e Administrativos	Utilizar as aplicações desenvolvidas para auxiliar na execução das suas atividades; Relatar problemas e sugestões de melhorias aos funcionários de TI.
Sociedade e Discentes	Utilizar as aplicações desenvolvidas para auxiliar na satisfação das suas necessidades.

Fonte: Próprio Autor (2019).

No levantamento realizado com os HU, foi identificado que o Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU) é o principal sistema utilizado. Assim, o AGHU pode servir como sistema responsável pela comunicação dos HU com outras organizações, seja com Sede da EBSEERH, que desempenharia papel centralizador e permitindo a troca de informações entre os HU ou diretamente com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. Entretanto, o AGHU é um sistema que não se comunica com outros sistemas, sendo este disponibilizado pela Sede da EBSEERH e os HU não podem fazer alterações no código fonte nem no banco de dados, ficando limitados a realizar consultas no banco de dados. Tal limitação acontece em outros sistemas, como os diferentes módulos do SIG e o sistema SEI. Dessa forma, esse papel centralizador deve ser desempenhado por algum sistema próprio a ser desenvolvido ou adquirido, ou até mesmo, pelo barramento local de cada HU, que teria capacidade para fazer transações nos bancos de dados dos diferentes sistemas.

5.1.3.1 Barramento CMD

De acordo com a Arquitetura de ECOS proposta, o barramento do Conjunto Mínimo de Dados da Atenção à Saúde (CMD) faz parte dos seus elementos, a presente subseção fornece maiores detalhes sobre o barramento.

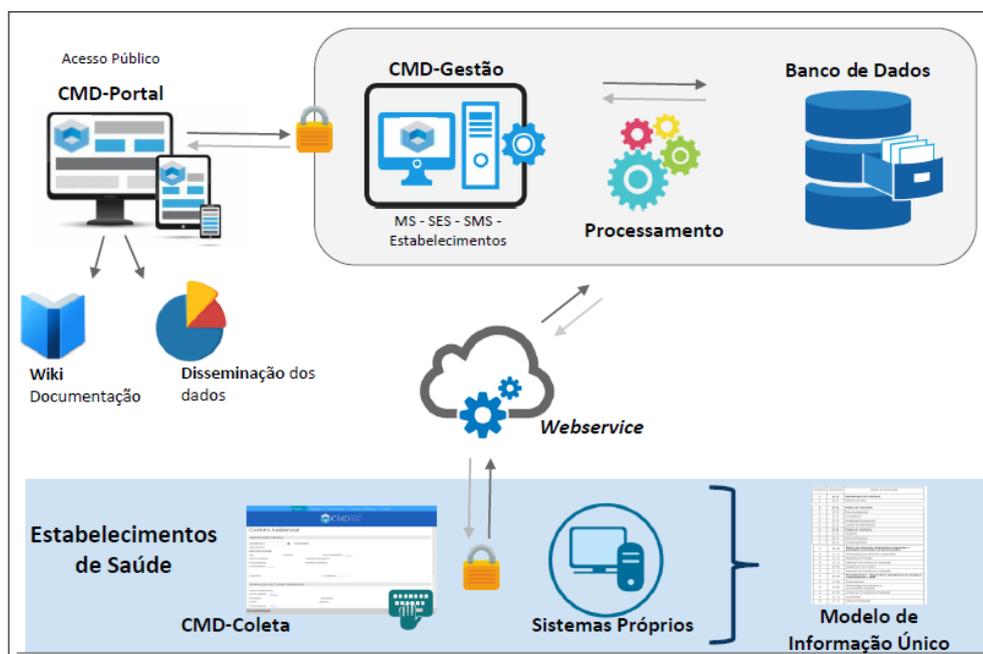
O CMD foi instituído pelo Decreto de 29 de novembro de 2017 (alterado pelo Decreto nº 9.775, de 30 de abril de 2019) e pela Resolução CIT nº 6, de 25 de agosto de 2016. Este é o documento público que coleta os dados dos atendimentos em saúde realizados em qualquer estabelecimento de saúde do Brasil, sua adoção é obrigatória, seja este público ou privado, em cada contato assistencial realizado (CMD, 2019).

O CMD tem a premissa de não obrigar o uso de um sistema de informação disponibilizado

pelo Ministério da Saúde para a coleta e envio dos dados, sendo cada estabelecimento de saúde livre para utilizar seu próprio sistema e integrá-lo ao barramento do CMD.

O CMD vem sendo implantado por etapas de maneira incremental e gradual, o barramento CMD já se encontra em operação, sua Arquitetura Geral e componentes são apresentados na Figura 22.

Figura 22 – Arquitetura Geral do CMD e seus componentes.



Fonte: (SAÚDE, 2018).

De acordo com a Caracterização do Cenário atual dos HU da rede EBSEERH apresentada no Capítulo 4, nenhum dos hospitais tem seus sistemas adaptados ao CMD. Dessa forma, a centralização na Sede da EBSEERH para comunicação com o barramento CMD, proposta neste trabalho, viria a reduzir os esforços em tempo e custos para integração dos sistemas assistenciais dos hospitais da rede EBSEERH ao CMD.

5.1.3.2 Desenvolvimento do Barramento HU, Barramento EBSEERH e Sistemas Próprios

A presente subseção fornece maiores detalhes dos barramentos HU e EBSEERH de acordo com a Arquitetura de ECOS proposta, além de diretrizes o desenvolvimento de sistemas próprios, considerando as legislações vigentes.

Na arquitetura proposta, o barramento EBSEERH será o principal responsável em interagir com fornecedores, tendo em vista que grande parte das aquisições são realizadas pela Sede. Além disso, fixou-se a Sede da EBSEERH como um centralizador para comunicação entre os HU e com o Ministério da Saúde utilizando-se do barramento CMD. Sendo assim, seu desenvolvimento precisará considerar esses aspectos, e sua definição deveria ser realizada em

um primeiro momento, para que em seguida os hospitais da rede EBSEH desenvolvam seus próprios barramentos que sejam compatíveis com o barramento da Sede.

A recomendação para desenvolvimento dos barramentos em cada HU e na Sede da EBSEH é que estes sejam baseados em *Enterprise Service Bus* (ESB), barramento permite a unificação do acesso aos serviços por meio de uma camada intermediadora entre componentes de *software* (serviços) e as aplicações que as consomem (JOSUTTIS, 2007) (HAUPT et al., 2014). Usar um ESB significa que os aplicativos que os formam irão comunicar-se por meio do barramento, reduzindo o número de conexões ponto-a-ponto necessárias para fazer com que os aplicativos se comuniquem uns com os outros, removendo assim, interdependências entre eles (MORISIO; D'AGOSTINO, 2018).

Para autenticação e autorização de acesso, a arquitetura ePING recomenda o uso do padrão *Security Assertion Mark-up Language* (SAML), sendo este um padrão abrangente para federação e gerenciamento de identidade e *logon* único. Em contraste, o padrão OAuth para autorização de recursos, não lida com autenticação a exemplo do SAML. Normalmente a SAML é aplicada em cenários de *logon* único corporativo. Já o OAuth é comumente utilizado para autorização delegada a recursos, sendo assim, a recomendação para uso nos barramentos HU e EBSEH.

Os sistemas próprios, desenvolvidos pelos HU, devem seguir preferencialmente o padrão de desenvolvimento MVC, uso do Redmine para registro dos requisitos, Subversion como ferramenta de versionamento, PHP e Java como linguagens de programação, tendo em vista que estes são os mais comumente já utilizados pelos hospitais da rede, de acordo com estudo realizado. Entretanto, é importante reforçar que, a adoção de diferentes tecnologias ou padrões nesse ponto não interferem crucialmente na interoperabilidade de sistemas, as sugestões feitas visam apenas homogeneização e facilitação de intercâmbio de artefatos de *software*.

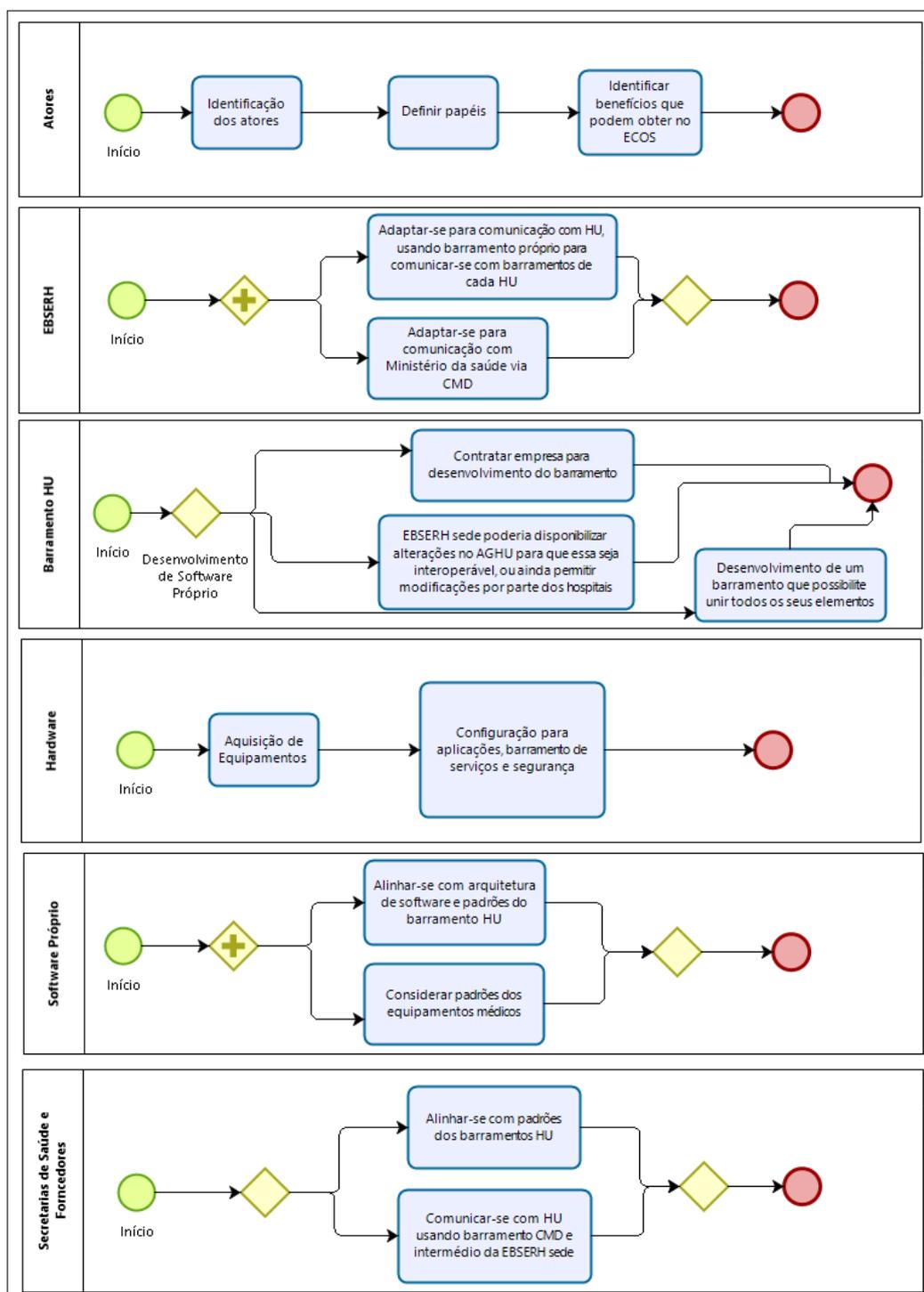
No desenvolvimento de sistemas próprios também é recomendado um maior fomento à adoção de testes unitários, ferramentas para testes automatizados e padrões para interoperabilidade entre sistemas, como por exemplo, o IHE e HL7, os quais são obrigatórios de acordo com ePING (2018). Nesta etapa, além das obrigatoriedades, os hospitais precisarão analisar individualmente os padrões utilizados por seus fornecedores, secretarias municipais e estaduais as quais interagem, e os dispositivos médicos integrados a sistemas do hospital.

Os hospitais, em geral, dispõem de servidores de aplicação, os quais apenas precisariam ser configurados para adequação aos sistemas operantes na arquitetura proposta, como o barramento de serviços.

5.2 Guia para Implantação da Arquitetura de ECOS

O guia sugerido nesta subsecção, consiste em tarefas que devem ser realizadas pelos diferentes atores para que, a partir da situação atual, possam adequar-se a Arquitetura de ECOS proposta. A Figura 23 é uma representação em *Business Process Model and Notation* (BPMN) do processo deste guia.

Figura 23 – Guia em notação BPMN.



Fonte: Próprio Autor (2019).

As atividades mapeadas no guia apresentado na Figura 23, detalhadamente são:

1. Identificação de atores: Hospitais podem ter diferentes atores e interesses de acordo com suas peculiaridades, dessa forma é necessária a identificação de todos os atores, seus papéis e os benefícios que esperam do ECOS.
2. Adaptações da Sede da EBSEERH: a Sede da EBSEERH de acordo com a arquitetura proposta teria um papel centralizador, fazendo um intermédio de comunicação entre os HU (via AGHU e SIG's), bem como um intermédio de comunicação com o Ministério da Saúde via barramento CMD. Dessa forma, os HU poderiam comunicar-se com secretarias municipais e estaduais de saúde diretamente, ou pelo intermédio da Sede da EBSEERH caso as secretarias estejam adaptadas para comunicar-se com o Ministério da Saúde via barramento CMD.
3. Desenvolvimento de Barramento Local: Considerando que o AGHU, principal sistema no ECOS, não pode ter seu código fonte alterado, e que atualmente apenas suporta importação de arquivos para escrita no banco de dados e a leitura dos mesmos. Considerando também a existência de *softwares* legados, sendo que cada caso deve ser analisado separadamente para adotar uma abordagem para integrá-lo, é necessário o desenvolvimento de um barramento que possibilite unir todos os seus elementos e realizar comunicação com barramento da EBSEERH Sede. Existem hospitais onde não há desenvolvimento de *software* próprio, dessa forma são sugeridas duas abordagens: (1) contratar uma empresa para desenvolvimento do barramento. (2) A título de sugestão, a EBSEERH Sede poderia disponibilizar alterações no AGHU para que tenha interoperabilidade, ou ainda permitir modificações por parte dos hospitais.
4. Hardware: aquisição e configuração de equipamentos que suportem as aplicações e barramento, além da proteção dos dados.
5. Desenvolvimento de *software* próprio: a arquitetura de *software* deve ser alinhada com arquiteturas e padrões do barramento além de considerar padrões dos equipamentos médicos.
6. Secretarias de Saúde e Fornecedores: estes deverão preferencialmente e dentro do possível, adaptar-se à Arquitetura de ECOS dos HU com os quais interagem, tendo em vista que, estes estão iniciando um processo de definição de tal arquitetura (o que este trabalho vem colaborar), estando também de acordo com legislações existentes. Alternativamente, as secretarias de saúde municipais e estaduais, e fornecedores diversos, podem comunicar-se com HU usando barramento CMD e por intermédio da EBSEERH Sede.

É importante destacar que, as tarefas descritas nessa subseção, são sugestões e podem variar devido à imprevisibilidade de diversos fatores, como questões políticas. A subseção a

seguir, apresenta as avaliações da saúde do ECOS em dois hospitais da rede EBSEH, servindo como parâmetro de verificação de quão distante estão de se enquadrar na arquitetura proposta.

5.3 Avaliações da Saúde do ECOS nos HU da UFS

A Universidade Federal de Sergipe (UFS) possui vínculos com dois hospitais universitários. O primeiro deles é Hospital Universitário de Aracaju (Campus Prof. João Cardoso Nascimento), desde 1984, é um campus da UFS, este funciona como um centro hospitalar dedicado à assistência, docência e investigação no âmbito das Ciências da Saúde. É totalmente integrado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Atualmente, o HU Aracaju ocupa um espaço de referência e excelência, em Sergipe, na prestação de assistência médico-hospitalar de média e alta complexidade (EBSEH, 2019b). Em 2013, a UFS e a EBSEH firmam contrato para a transferência da administração do hospital. O organograma do HU Aracaju encontra-se no Anexo B deste trabalho. O HU Aracaju tem 109 leitos e 13 profissionais de TI, uma relação de 0,11 profissionais de TI por leito, o que representa o dobro da média da rede EBSEH.

O segundo HU vinculado a UFS é o Hospital Universitário de Lagarto (Monsenhor João Batista de Carvalho Daltro), ele está inserido no processo de expansão e ida da UFS para atender as necessidades de saúde da população de Lagarto e região (EBSEH, 2019c), foi inaugurado em 2010, e desde 2015 a administração do hospital é feita pela EBSEH. O organograma do HU Lagarto encontra-se no Anexo C deste trabalho. O HU Lagarto tem 78 leitos e 4 profissionais de TI, uma relação de 0,05 profissionais de TI por leito, dentro da média da rede EBSEH.

As avaliações do ECOS dos hospitais da UFS foram realizadas analisando as respostas referentes ao questionário enviado via ouvidoria, e também com entrevistas com os gestores de TI de cada hospital, sendo o de Aracaju presencialmente e no de Lagarto via teleconferência. Considerando que a orientadora desta dissertação, também é gestora de TI do HU Aracaju, com o objetivo da redução do viés, a maior parte das respostas foi fornecida por um analista de TI da equipe do hospital.

O termo “saúde” em relação a um ECOS, refere-se a sua solidez e longevidade. De acordo com Carvalho et al. (2017), solidez e a longevidade de um ECOS são fatores críticos, a solidez se refere ao fato de que sua integridade não é afetada por fatores como problemas relacionados ao projeto, gerenciamento e mudanças tecnológicas, já a longevidade é a capacidade de se manter durante um longo período. A criticidade desses fatores se deve ao envolvimento de muitas organizações e ao alto esforço e investimentos financeiros realizados.

Foram adotadas questões baseadas no trabalho de Carvalho (2018) para as avaliações da saúde do ECOS nestes hospitais da rede, sendo que algumas questões foram alteradas ou adicionadas para uma melhor adequação, tendo em vista que, o foco do trabalho de Carvalho (2018) é em ECOS centrado em uma plataforma tecnológica comum e, nesta dissertação, o foco é em ECOS centrado na organização.

As avaliações foram realizadas de modo segmentado por cinco indicadores, o primeiro deles é o indicador de sustentabilidade conforme Tabela 12, este subdivide-se nas características de heterogeneidade, balanceamento de esforço, *expertise* e visibilidade.

Tabela 12 – Indicador Sustentabilidade.

Característica	Questão	Resposta HU Aracaju			Resposta HU Lagarto		
		Resposta	Parâmetro	Índice	Resposta	Parâmetro	Índice
Heterogeneidade	Número de tipos organizações parceiras à organização	6	6	100%	5	6	83,33%
	Valor médio da proximidade semântica dos serviços do ECOS (grau de similaridade entre organizações)	0	100	0%	0	100	0%
	Número dos diferentes tipos de nós presentes na rede de interação	2	4	50%	3	4	75%
Sub-Índice:		50%			52,77%		
Balanceamento de Esforço	Número total de <i>commits</i> feitos pelos desenvolvedores (desde adesão à EBSEERH)	2666	4992	53,40%	N/A	N/A	0%
	Número de organizações com pelo menos um funcionário de TI	1	6	16,66%	1	5	20%
	Número de organizações com desenvolvedores de <i>software</i> ativos	1	6	16,66%	0	6	0%
Sub-Índice:		28,9%			6,66%		
<i>Expertise</i>	Número de membros envolvidos nas atividades de TI	15	21	71,42%	4	9	44,44%
Visibilidade	Número de ferramentas para divulgação de tarefas	1	1	100%	0	1	0%
Índice Total do Indicador Sustentabilidade: 62,58% (HU Aracaju) e 25,96% (HU Lagarto)							

Fonte: Próprio Autor (2019).

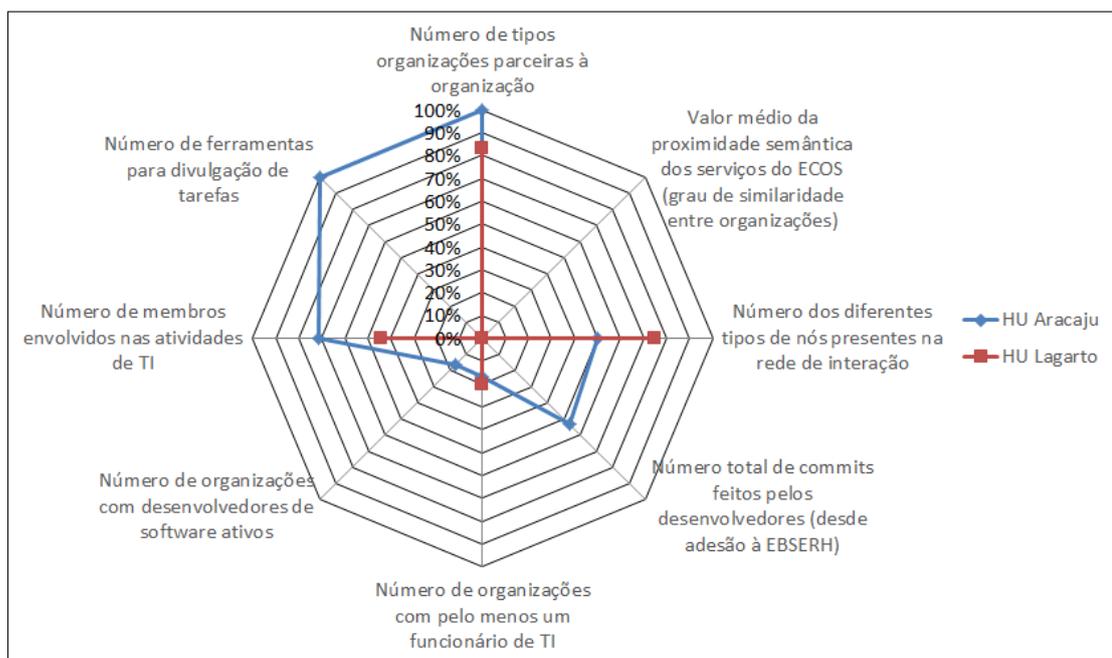
Em relação à Tabela 12, é importante destacar que, como parâmetro de tipos de organizações parceiras para o HU Aracaju foram consideradas organizações municipais, estaduais, federais, fornecedores, Organizações Não Governamentais (ONG) e iniciativa privada (como hospitais parceiros, por exemplo). O gestor do HU de Lagarto não considerou este último tipo de organização. O termo “N/A” significa “não se aplica”, foi utilizado quando o gestor do HU Lagarto respondeu que determinado item não há resposta, por não desenvolverem *software* no hospital, porém, o item não foi descartado no cálculo do índice do indicador.

Para ambos os hospitais, o parâmetro para os diferentes tipos de nós presentes na rede de interação foi alinhado à proposta deste trabalho, sendo assim, o próprio HU, a Sede da EBSEERH, as secretarias de saúde e fornecedores. De acordo com os gestores, atualmente a interação

ocorre apenas entre a Sede e o HU Aracaju, e entre Sede, Secretaria Estadual de Saúde e HU Lagarto. Devido à inexistência de métricas amplamente aceitas para o número de *commits*, foi considerado como parâmetro a quantidade de um por semana e por sistema. Para o parâmetro do item relativo ao número de membros envolvidos nas atividades de TI, foi considerado o número de funcionários de TI de cada HU mais pelo menos um funcionário em cada tipo de organização parceira. A ferramenta para divulgação de tarefas do HU Aracaju é o Redmine.

O gráfico apresentado na Figura 24 aponta para um nível de saúde baixa para a maioria das características do indicador sustentabilidade, principalmente nos itens referentes ao balanceamento de esforço. Também indica elevada heterogeneidade ao analisar os itens referentes a essa característica, sendo o nível de saúde próximo de 50%, isso demonstra que os HU podem ter dificuldade na sustentação do ECOS. Os fatores que mais afetam este indicador são a grande diferença entre as organizações pertencentes ao ECOS e o baixo investimento em TI nestas.

Figura 24 – Indicador Sustentabilidade.



Fonte: Próprio Autor (2019).

O segundo indicador avaliado é o de diversidade, apresentado na Tabela 13. Este indicador não se subdivide em características.

Tabela 13 – Indicador Diversidade.

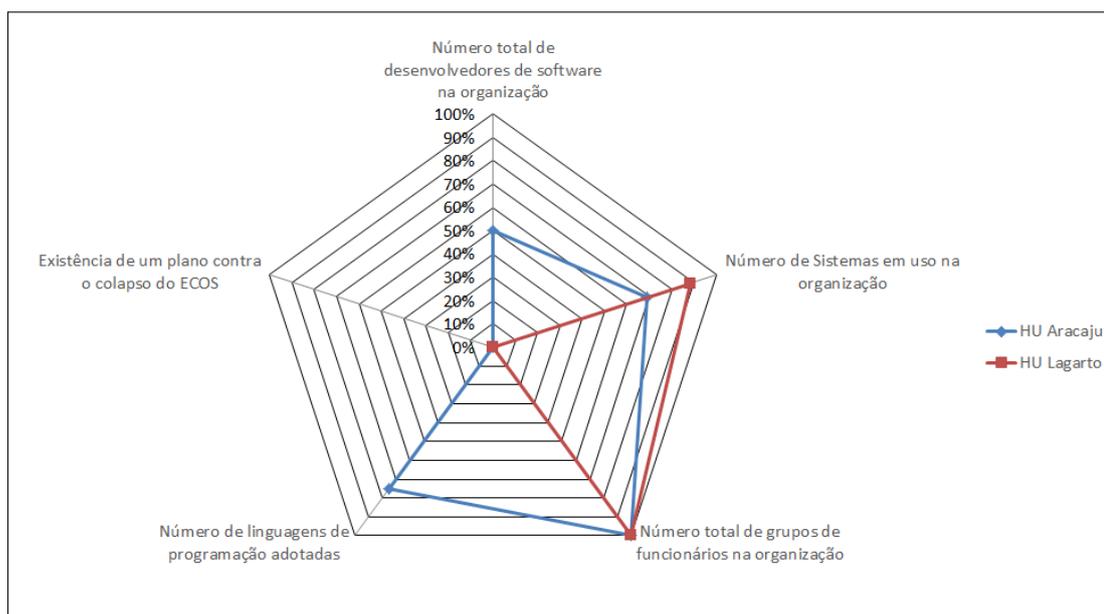
Questão	Resposta HU Aracaju			Resposta HU Lagarto		
	Resposta	Parâmetro	Índice	Resposta	Parâmetro	Índice
Número total de desenvolvedores de <i>software</i> na organização	5	10	50%	0	2	0%
Número de sistemas em uso na organização	22	32	68,75%	15	17	88,23%
Número total de grupos de funcionários na organização	4	4	100%	4	4	100%
Número de linguagens de programação adotadas	3	4	75%	N/A	N/A	0%
Existência de um plano contra o colapso do ECOS	Não	Sim	0%	Não	Sim	0%
Índice Total do Indicador Diversidade: 58,75% (HU Aracaju) e 47,05% (HU Lagarto)						

Fonte: Próprio Autor (2019).

Na Tabela 13, foi adotado como parâmetro para o quesito de número total de desenvolvedores na organização o dobro do número de funcionários atuais, isto para que fosse possível ter uma réplica de função dos funcionários. Para o item “número de sistemas em uso na organização”, no HU Aracaju, foi adotado como parâmetro a somatória dos sistemas já em uso com os em desenvolvimento e a demanda apresentada, no HU Lagarto o parâmetro foi a soma dos sistemas já em uso com a demanda atual. Devido à inexistência de uma métrica para o número total de grupos de funcionários na organização, o parâmetro foi considerado igual ao valor apurado. O parâmetro para o número de linguagens de programação foi pensado considerando no mínimo uma para cada tipo de plataforma (*web, mobile, console e desktop*).

Um detalhamento dos quesitos do indicador diversidade são apresentados no gráfico da Figura 25, no qual percebe-se a deficiência dos hospitais em aspectos relacionados ao desenvolvimento de *software*, seja quanto aos quantitativos de desenvolvedores de *software*, quanto aos sistemas em uso na organização, ou quanto a um plano de contingência para o colapso do ECOS.

Figura 25 – Indicador Diversidade.



Fonte: Próprio Autor (2019).

O indicador de produtividade foi o terceiro avaliado, a avaliação é apresentada na Tabela 14. Este indicador não se subdivide em características.

Tabela 14 – Indicador Produtividade.

Questão	Resposta HU Aracaju			Resposta HU Lagarto		
	Resposta	Parâmetro	Índice	Resposta	Parâmetro	Índice
Número de projetos de <i>software</i> desenvolvidos após adesão à EBSEH	28	52	53,84%	N/A	N/A	0%
Número de artefatos adicionados ao repositório	30235	30235	100%	N/A	N/A	0%
Número de tarefas abertas após adesão à EBSEH	1921	1921	100%	N/A	N/A	0%
Tempo médio para manutenção corretiva em um sistema	4	8	200%	N/A	N/A	0%
Número total de usuários de sistemas	2163	4000	54,07%	700	1200	58,33%
Maior número de acessos em um dia ao principal sistema (AGHU)	1435	2163	66,34%	1243	1200	103,58%
Índice Total do Indicador Produtividade: 95,7% (HU Aracaju) e 26,98% (HU Lagarto)						

Fonte: Próprio Autor (2019).

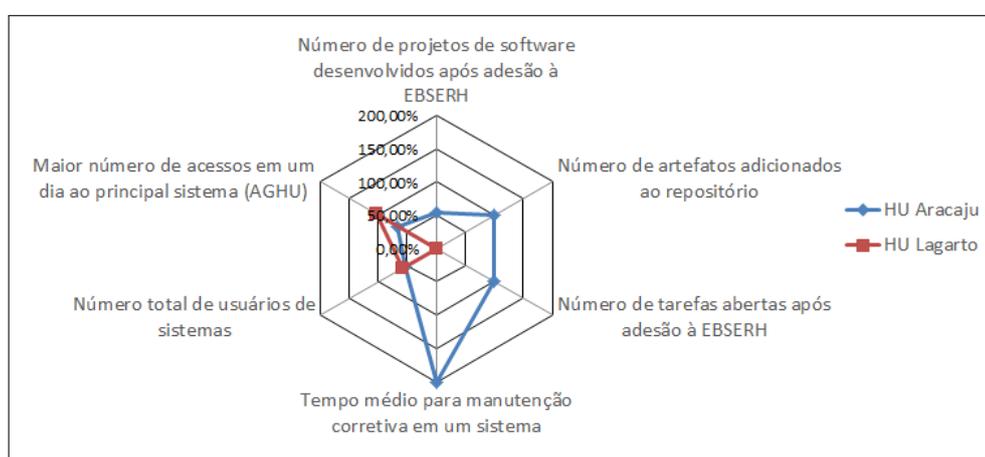
Em relação à Tabela 14 e ao HU Aracaju, foi estimado um valor para o parâmetro de número de projetos de *software* desenvolvidos. Devido à falta de uma métrica amplamente aceita, foram considerados os valores apurados como parâmetro para os quesitos de artefatos adicionados ao repositório e tarefas abertas. Para o tempo médio para manutenção corretiva em um sistema, foi adotado um parâmetro de dois turnos de trabalho (8 horas). No Hospital de Lagarto, o gestor

sinalizou que estes itens não se aplicariam devido à inexistência de desenvolvimento de *software* no hospital.

Também foi estimado um valor de parâmetro para total de usuários de sistemas, sendo apurado no HU Lagarto um valor aproximado. Como parâmetro para o maior número de acesso em um dia ao AGHU, foi considerado o valor estimado de usuários de sistemas no item anterior.

De acordo com gráfico apresentado na Figura 26, o HU Aracaju mostra-se saudável no indicador produtividade, destacando o índice para manutenção corretiva em um sistema. Ambos os HU apresentam índices baixos no quesito de usuários de sistemas, isso indicando que nem todos os usuários, que deveriam desempenhar acessos ao sistema, estão aptos no momento.

Figura 26 – Indicador Produtividade.



Fonte: Próprio Autor (2019).

O quarto indicador avaliado foi o de robustez, sua avaliação é apresentada na Tabela 15. Este indicador subdivide-se nas características de agrupamento e inter-relação.

Tabela 15 – Indicador Robustez.

Característica	Questão	Resposta HU Aracaju			Resposta HU Lagarto		
		Resposta	Parâmetro	Índice	Resposta	Parâmetro	Índice
Inter-relação	Número de sistemas integrados ao sistema AGHU	8	18	44,44%	0	6	0%
	Número de parceiros externos à organização	1356	1356	100%	1139	1139	100%
Sub-Índice:		72,22%			50%		
Agrupamento	Número de prontuários	785.092	1.000.000	78,5%	72.812	300.000%	24,27%
	Número de Banco de dados ativos	24	24	100%	4	6	66,66%
	Número de projetos de <i>software</i> ativos	16	52	30,76%	N/A	N/A	0%
Sub-Índice:		69,75%			57,60%		
Índice Total do Indicador Robustez: 70,98% (HU Aracaju) e 40,15% (HU Lagarto)							

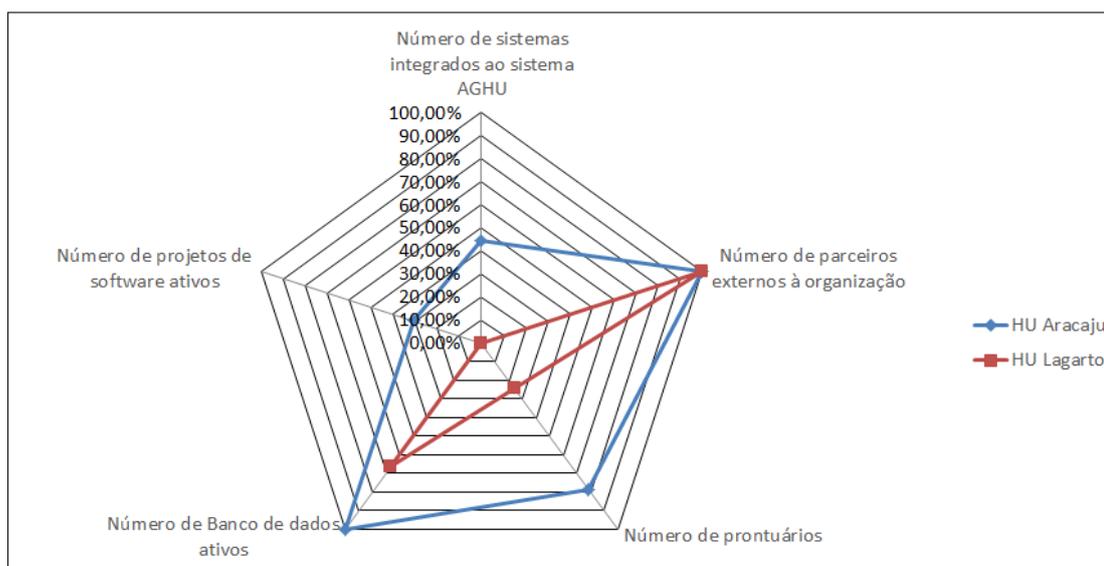
Fonte: Próprio Autor (2019).

Em relação a Tabela 15, no item do número de sistemas integrados ao sistema AGHU, os gestores relataram que nem todos os sistemas deveriam ser integrados ao AGHU, sendo assim, indicaram o número de sistemas o qual consideram ideal como parâmetro para este item. Devido à dificuldade de identificar todos os parceiros externos à organização, foi considerado como parâmetro neste item, o número de empresas cadastradas no sistema de estoque somados ao número de principais parceiros identificados. No HU Aracaju foi citado a Sociedade dos Amigos do HU, e em ambos os hospitais foram citadas as 75 Secretarias Municipais de Saúde, a Secretaria Estadual de Saúde, os Ministérios Público Federal e Estadual, o Ministério da Saúde, Ministério da Educação, sendo que, o valor restante refere-se aos fornecedores cadastrados nos sistemas de estoque.

Realizou-se uma estimativa para os próximos 10 anos para o parâmetro de número de prontuários, considerando a média de 21.000 novos prontuários/ano no HU Aracaju e de 30.000 prontuários/ano no HU Lagarto. O maior número de prontuários por ano em Lagarto pode ser explicado devido ao fato deste ser um hospital portas abertas, além disso, recebe um grande número de novos pacientes, diferentemente de Aracaju, onde grande parte dos pacientes já foram ao hospital ao menos uma vez. Também foram estimados os parâmetros para a quantidade de banco de dados e de projetos de *software* ativos.

A Figura 27 apresenta um gráfico relativo ao indicador robustez, no qual de acordo com os parâmetros definidos, os HU se mostram com bons índices, com exceção em relação aos itens relativos ao quantitativo de projetos de *software* ativos e ao número de sistemas integrados ao AGHU.

Figura 27 – Indicador Robustez.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Por fim, o quinto indicador avaliado foi o de criação de nicho, sua avaliação é apresentada na Tabela16. Este indicador não se subdivide em características.

Tabela 16 – Indicador Criação de Nicho.

Questão	Resposta HU Aracaju			Resposta HU Lagarto		
	Resposta	Parâmetro	Índice	Resposta	Parâmetro	Índice
Presença de documentação na organização	Sim	Sim	100%	Não	Sim	0%
Suporte de linguagens naturais aos projetos	Não	Sim	0%	Não	Sim	0%
Número de tipos de tecnologias (plataformas) suportadas pela organização	4	4	100%	3	3	100%
Número de padrões para interoperabilidade adotados pela organização	1	6	16,66%	1	6	16,66%

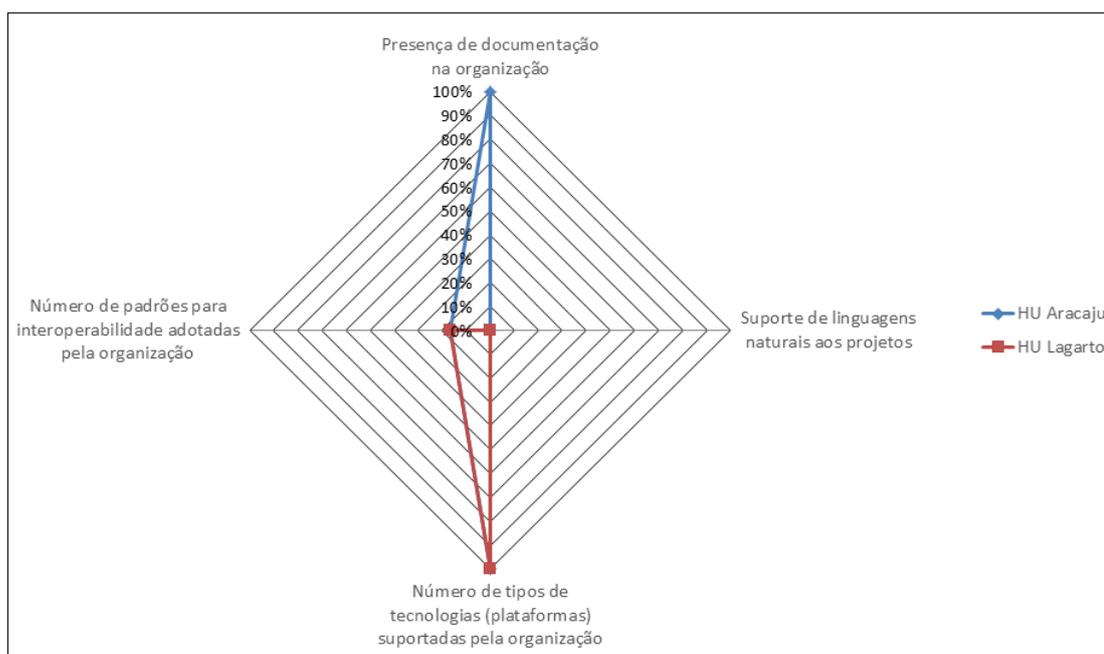
Índice Total do Indicador Criação de Nicho: 54,16% (HU Aracaju) e 29,16% (HU Lagarto)

Fonte: Próprio Autor (2019).

Na Tabela 16, o parâmetro para as plataformas suportadas pela organização foram *web*, *mobile*, *console* e *desktop*, sendo que o gestor do HU Lagarto não considerou a plataforma *console* neste item. O parâmetro dos padrões para interoperabilidade adotados pela organização foram DICOM, XML, HL7, IHE XDS, OpenEHR e JSON. Sendo estes os principais padrões de acordo com o MSL realizado neste trabalho e apresentados no Capítulo 3.

As métricas para o indicador criação de nicho, apresentadas no gráfico da Figura 28, aponta que os HU apresentam índices positivos em relação à presença de documentação e, o HU Lagarto se destaca no item de plataformas suportadas. Já em relação aos padrões de interoperabilidade adotados, os HU mostram-se deficitários.

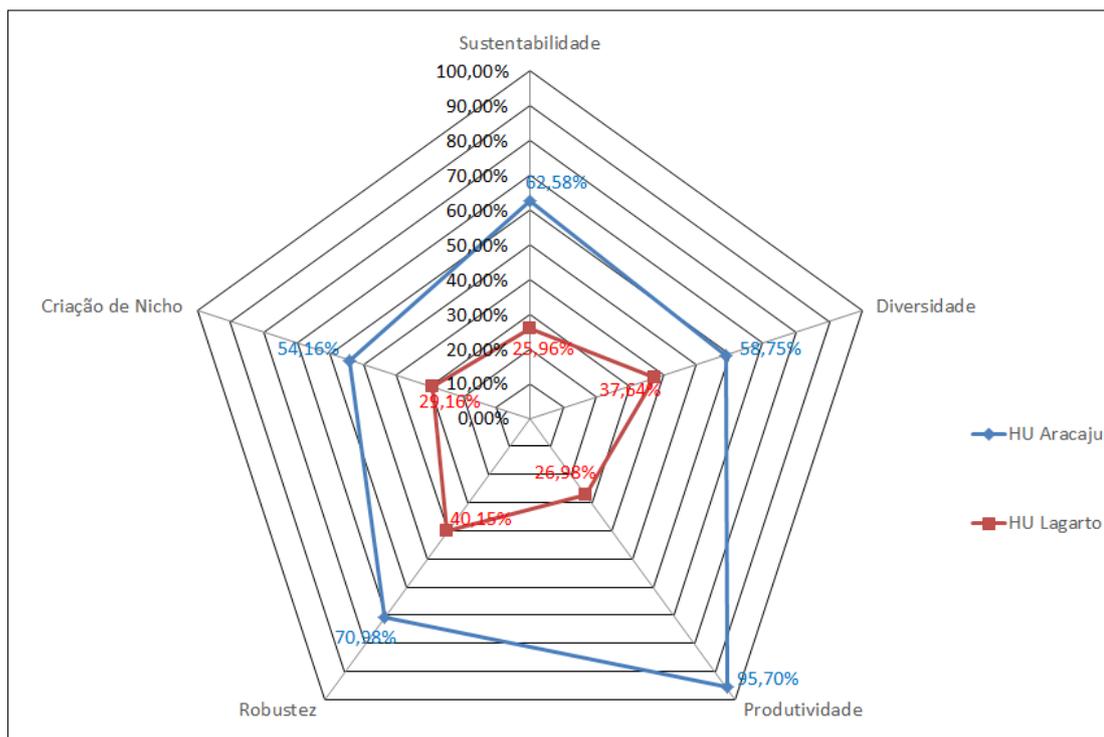
Figura 28 – Indicador Criação de Nicho.



Fonte: Próprio Autor (2019).

A Figura 29 apresentou gráfico que une os índices levantados para todos os indicadores relativos às avaliações da saúde do ECOS, nele é possível perceber destaque de índices positivos para o HU Aracaju no indicador de produtividade e para ambos os HU em diversidade. A maior deficiência encontrada nos HU é em relação ao indicador de criação de nicho. É importante destacar que não há desenvolvimento de *software* no HU Lagarto, sendo assim, os índices apurados na avaliação realizada sofreram prejuízos.

Figura 29 – Visão Geral dos Indicadores das Avaliações da Saúde do ECOS dos HU.



Fonte: Próprio Autor (2019).

A subseção a seguir, traz recomendações gerais para os HU, com base nas avaliações da saúde do ECOS realizadas.

5.3.1 Perspectivas e Recomendações

Muito embora as avaliações da saúde do ECOS tenha sido realizadas em apenas dois hospitais da rede, além de limitadas a um determinado momento e entendimento dos gestores entrevistados, juntamente com a análise do MSL, das consultas realizadas via ouvidoria com os hospitais e com a proposta da Arquitetura de ECOS apresentada nesse trabalho, foi possível estabelecer algumas recomendações para os hospitais da EBSEERH e sua Sede. Tais recomendações são úteis para que essas organizações alinhem-se à Arquitetura de ECOS proposta.

As evidências encontradas sugerem que o AGHU pode desempenhar um papel centralizador, fomentando a interoperabilidade entre sistemas das organizações e melhorando a saúde do ECOS no indicador de robustez. Para isso, estima-se que seja necessária a adoção de

mudanças, como a abertura do código fonte para alterações por parte dos hospitais e a preparação do AGHU para melhor comunicação com outros sistemas, além de ser preparado para o consequente aumento na quantidade de acessos e requisições. Supondo que tal recomendação fosse adotada, podem-se ter dois cenários, no primeiro as alterações feitas em cada hospital no AGHU teriam efeito apenas local, seria de responsabilidade de cada hospital receber as atualizações do sistema disponibilizadas pela EBSEERH, verificando e adaptando as mudanças no código para não gerar conflitos. No segundo cenário, a Sede da EBSEERH poderia aproveitar o potencial de desenvolvimento de *software* dos seus hospitais, centralizando e gerenciando as alterações em único repositório, podendo assim aproveitar as novas funcionalidades e melhorias desenvolvidas pelas filiais.

É necessário um alinhamento no desenvolvimento de *software* próprio, cada hospital trabalha isoladamente, muito embora, seria possível unir esforços e resolver problemas comuns. Atualmente, a maioria dos hospitais que desenvolve *software* são hospitais de grande e médio porte e, proporcionalmente concentrados na região Sul. Pode ser benéfico que todos os hospitais tenham seu próprio desenvolvimento, considerando que é inevitável fugir das necessidades específicas de cada organização, devido a fatores como dimensão, serviços prestados, legislações e redes de saúde locais, entre outros. Como descrito na Seção 5.1, o desenvolvimento de *software* em cada hospital também precisa ampliar a adoção de boas práticas, além da construção de barramentos para comunicação com outros sistemas e organizações. A saúde do ECOS também seria fomentada no indicador de criação de nicho, com maior adoção de padrões para interoperabilidade.

A relação de número de funcionários de TI por leito, utilizada no Capítulo 4, para verificar a adequação do número de funcionários de TI dado o porte do hospital. Embora, a rede EBSEERH esteja levemente acima da média do país em relação a quantidade de funcionários de TI, também percebeu-se uma grande discrepância de quantitativos entre os HU, por isso recomenda-se a ampliação do quadro de funcionários de TI, principalmente para possibilitar a existência de desenvolvedores de *software* em todos os hospitais. Além disso, todos os atores participantes do ECOS, internos ou externos à EBSEERH, devem passar por um processo de capacitação, para um melhor entendimento da visão global fornecida por um ECOS e, assim desempenharem seus papéis adequadamente. Tais ações impactariam positivamente no indicador de sustentabilidade do ECOS, que de acordo com as avaliações realizadas neste capítulo, tem seus índices afetados devido a fatores relacionados com o quantitativo e atribuições de funcionários de TI. O indicador de robustez também poderia ser beneficiado, visto que, foi detectado um número baixo de projetos de *software* ativos, sendo que equipes maiores mitigariam este problema.

Estima-se que os bancos de dados dos hospitais também precisarão de adequações, considerando que há previsão do crescimento do número de usuários de sistemas, de prontuários cadastrados e transações diversas num cenário no qual um grande número de sistemas estarão integrados. Tais adequações implicariam num maior investimento em *storages* e servidores de

aplicação. O PDTIC da EBSEPH já prevê contratação de suporte técnico para equipamento de armazenamento de dados para a Sede (*storage*) e criação de armazém de dados (*Data Warehouse*) assistenciais das bases de dados do AGHU (EBSEPH, 2019e).

Para melhorar em praticamente todos os indicadores de saúde de um ECOS, também faz-se necessário um trabalho junto as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, os diversos fornecedores e diferentes tipos de parceiros externos as organizações. O estabelecimento de reuniões, troca de informações, tecnologias, alinhamentos, padrões, acordos poderiam criar um ambiente propício no sentido de auxiliar esta tarefa.

No próximo capítulo, são apresentadas a conclusão da dissertação, as limitações da pesquisa e trabalhos futuros.

6

Conclusão

Este trabalho apresentou os resultados de pesquisas realizadas com intuito de caracterizar e conhecer a situação dos HU quanto aos aspectos de ECOS. Foram utilizadas uma combinação de metodologias de pesquisa, como o MSL e *survey*.

Primeiro, no MSL conduzido em cinco bases de indexação de artigos científicos, após a análise identificou-se o baixo índice de artigos descrevendo um ECOS na área da saúde, de acordo com o conceito apresentado neste trabalho. Nas estruturas semelhantes descritas, destacou-se o principal objetivo destas, o de alcançar interoperabilidade semântica entre organizações e também o alto índice de uso dos padrões, como HL7 e XML. As descobertas podem auxiliar pesquisadores em relação às características das atuais Arquiteturas de ECOS, além de levantar o questionamento em relação ao baixo índice de descrições de ECOS neste contexto.

Os resultados encontrados no *survey*, fornecem um panorama de aspectos relacionados ao ECOS da rede EBSEH, a maior rede de hospitais públicos do Brasil. Este panorama demonstrou a discrepância entre os HU da rede, seja quanto ao número de funcionários ou à posse de *hardware* e de aspectos relacionados ao desenvolvimento de *software*. Também foram identificadas fragilidades na estrutura de *software*, como, por exemplo, a baixa interoperabilidade entre os hospitais, devido a fatores como alta heterogeneidade entre as organizações, baixa adoção de padrões e alta fragmentação dos sistemas. Apesar de alguns resultados não serem positivos, foi possível perceber que os hospitais da rede EBSEH, apresentam índices acima da média do país em relação ao número de funcionários em geral, quando, comparado ao número de funcionários por leito, observando que são hospitais escola.

A proposta da Arquitetura de ECOS para a Rede EBSEH teve como base a Arquitetura de Referência *AiKi*, as duas diferenciam-se principalmente quanto ao ambiente estudado. Além disso, a *AiKi* focou em normatização e procedimentos para o estabelecimento de um Arquitetura de ECOS na área da saúde, enquanto a proposta deste trabalho foi focada na especificação dos elementos do ECOS, suas propriedades e relacionamentos, no contexto da Rede EBSEH.

A Arquitetura de ECOS proposta considerou a realidade atual dos hospitais universitários, buscando a solução mais viável, devido às dificuldades enfrentadas por estas organizações, como burocracia e restrições orçamentárias. Também foi considerada a legislação vigente neste processo. Em seguida, o guia proposto para esclarecer o processo para, a partir da situação atual, implementar a Arquitetura de ECOS. As avaliações realizadas em dois hospitais da rede indicam que é crível a almejada melhoria da interoperabilidade entre os sistemas da rede EBSEH.

A Arquitetura de ECOS proposta apresenta potenciais para fomentar a interoperabilidade no ECOS dos hospitais da rede EBSEH, considerando que a mesma é suportada por diversas portarias, decretos e regulamentações em geral, citadas nesta dissertação.

6.1 Limitações da Pesquisa

No MSL, estudos relevantes podem não ter sido encontrados de acordo com a estratégia de busca definida. Para mitigar esse risco foi desenvolvida uma *String* de busca abrangente almejando aumentar a cobertura da busca. Também foram escolhidas e testadas as cinco mais populares bases eletrônicas de indexação de artigos, nos quais um grande número de periódicos e conferências na área de computação e saúde são indexados.

Ainda em relação ao MSL, um viés quanto à seleção dos estudos pôde ocorrer por parte dos pesquisadores, problemas de entendimento ou inferências sobre os dados podem ter sido tomadas, como por exemplo, na identificação das evidências de uso efetivo das arquiteturas. Para reduzir tal viés, foram estabelecidos critérios claros de inclusão e exclusão para a seleção de artigos. Ainda assim, diferentes pesquisadores podem ter entendimentos distintos sobre esses critérios, então os resultados de seleção dos pesquisadores tendem a variar. Para mitigar o viés, o protocolo do estudo foi discutido entre os pesquisadores para garantir um entendimento comum sobre a seleção dos estudos.

O *survey* e os questionamentos enviados via Ouvidoria e portal de acesso à informação não foram supervisionados, dessa forma, pode ter ocorrido uma interpretação equivocada das perguntas por parte dos gestores, ou ainda falta de conhecimento sobre as questões. Também foi registrada falta de interesse em contribuir com a pesquisa. Essa ameaça foi mitigada devido ao fato que os sistemas e-Ouv e e-Sic são supervisionados pela CGU, então a tendência foi de aumento na acurácia dos dados.

Embora tenham sido realizadas avaliações da saúde do ECOS em apenas dois hospitais da rede, e tenha-se percebido que a Arquitetura de ECOS proposta atenderia as especificidades de cada hospital, a sua implantação demandaria esforços financeiros, de planejamento e burocráticos para desenvolvimentos dos barramentos propostos e adaptação de sistemas atuais, exigindo um empenho de atores das esferas federais, estaduais e municipais.

6.2 Trabalhos Futuros

A proposta da Arquitetura de ECOS precisa ser testada, dessa forma, um trabalho futuro é a implementação do barramento em ao menos dois HU e na sede EBSEH, além de realizar um teste de interoperabilidade entre os HU, verificando na prática quais informações seriam compartilhadas entre essas organizações.

Outro trabalho possível é o estudo de outros elementos no ECOS, como por exemplo, os dispositivos da Internet das Coisas dedicados a assistência e cuidados em saúde. Isto abrange dispositivos *home care*, vestíveis, *smartphones*, entre outros.

De modo a compartilhar conhecimento e ampliar as discussões e sugestões de melhorias na comunidade acadêmica, estão planejadas publicações dos resultados em conferências e periódicos. O primeiro artigo, em elaboração, apresenta os aspectos de ECOS da rede EBSEH, fruto dos resultados do MSL e do questionário enviado com base na LAI. Uma segunda publicação, será elaborada apresentando a Arquitetura de ECOS proposta para a rede EBSEH, bem como, o guia e as avaliações realizadas.

Referências

- ABDULNABI, M. et al. A distributed framework for health information exchange using smartphone technologies. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 69, p. 230–250, 2017. Citado na página 13.
- ABIN, J.; NEMETH, H.; FRIEDMANN, I. Systems architecture for a nationwide healthcare system. In: *MedInfo*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 12–16. Citado na página 28.
- ADENUGA, O. A.; KEKWALETSWE, R. M.; COLEMAN, A. ehealth integration and interoperability issues: towards a solution through enterprise architecture. *Health information science and systems*, Springer, v. 3, n. 1, p. 1, 2015. Citado na página 28.
- ALBERTS, R. et al. An integrative ict platform for ehealth. In: IEEE. *IST-Africa Conference Proceedings, 2014*. [S.l.], 2014. p. 1–8. Citado na página 28.
- ALJARULLAH, A.; EL-MASRI, S. A novel system architecture for the national integration of electronic health records: a semi-centralized approach. *Journal of medical systems*, Springer, v. 37, n. 4, p. 9953, 2013. Citado na página 28.
- ALONSO-CALVO, R. et al. A semantic interoperability approach to support integration of gene expression and clinical data in breast cancer. *Computers in biology and medicine*, Elsevier, v. 87, p. 179–186, 2017. Citado na página 28.
- ALZGHOUL, M. M.; AL-TAEE, M. A.; AL-TAEE, A. M. Towards nationwide electronic health record system in jordan. In: IEEE. *Systems, Signals & Devices (SSD), 2016 13th International Multi-Conference on*. [S.l.], 2016. p. 650–655. Citado na página 28.
- AMATO, F. et al. A framework for semantic interoperability over the cloud. In: IEEE. *Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2013 27th International Conference on*. [S.l.], 2013. p. 1259–1264. Citado na página 28.
- ANGULA, N.; DLODLO, N. A standard approach to enabling the semantic interoperability of disease surveillance data in health information systems: A case of namibia. In: IEEE. *2018 International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*. [S.l.], 2018. p. 1–8. Citado na página 28.
- ANTONIADES, A. et al. Advancing clinical research by semantically interconnecting aggregated medical data information in a secure context. *Health and Technology*, Springer, v. 7, n. 2-3, p. 223–240, 2017. Citado na página 28.
- ASADI, F. et al. The evaluation of sepas national project based on electronic health record system (ehrs) coordinates in iran. *Acta Informatica Medica*, The Academy of Medical Sciences of Bosnia and Herzegovina, v. 23, n. 6, p. 369, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 28.
- BAHGA, A.; MADISETTI, V. K. A cloud-based approach for interoperable electronic health records (ehrs). *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, IEEE, v. 17, n. 5, p. 894–906, 2013. Citado na página 28.

- BALSARI, S. et al. Reimagining health data exchange: An application programming interface-enabled roadmap for india. *Journal of medical Internet research*, JMIR Publications Inc., v. 20, n. 7, 2018. Citado na página 28.
- BARCA, C. C. et al. yourehrm: Standard-based management of your personal healthcare information. In: IEEE. *Biomedical and Health Informatics (BHI), 2014 IEEE-EMBS International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 89–92. Citado na página 28.
- BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. *Software architecture in practice*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003. Citado na página 21.
- BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. *Software Architecture in Practice*. [S.l.]: Pearson, 2013. Citado na página 21.
- BATRA, U.; SACHDEVA, S.; MUKHERJEE, S. Implementing healthcare interoperability utilizing soa and data interchange agent. *Health Policy and Technology*, Elsevier, v. 4, n. 3, p. 241–255, 2015. Citado na página 28.
- BERGER, B. bUniversité G. A national medical information system for senegal: Architecture and services. *Exploring Complexity in Health: An Interdisciplinary Systems Approach: Proceedings of MIE2016*, IOS Press, v. 228, p. 43, 2016. Citado na página 28.
- BEŠTEK, M.; STANIMIROVIĆ, D. Special topic interoperability and ehr: Combining openehr, snomed, ihe, and continua as approaches to interoperability on national ehealth. *Applied clinical informatics*, Schattauer GmbH, v. 8, n. 03, p. 810–825, 2017. Citado na página 28.
- BRAILER, D. J. Interoperability: The key to the future health care system: Interoperability will bind together a wide network of real-time, life-critical data that not only transform but become health care. *Health affairs*, Project HOPE-The People-to-People Health Foundation, Inc., v. 24, n. Suppl1, p. W5–19, 2005. Citado na página 12.
- BRASIL. Decreto nº 7.082, de 27 de janeiro de 2010. institui o programa nacional de reestruturação dos hospitais universitários federais- rehuf, dispõe sobre o financiamento compartilhado dos hospitais universitários federais entre as áreas da educação e da saúde e disciplina o regime da pactuação global com esses hospitais. *Diário Oficial da União*, 2010. Citado na página 56.
- BRASIL. Portaria nº 2073, de 31 de agosto de 2011. regulamenta o uso de padrões de interoperabilidade e informação em saúde para sistemas de informação em saúde no âmbito do sistema único de saúde, nos níveis municipal, distrital, estadual e federal, e para os sistemas privados e do setor de saúde suplementar. *Diário Oficial da União*, 2011. Citado na página 56.
- BRASIL. *Política Nacional de Informação e Informática em Saúde*. [S.l.]: Ministério da Saúde, 2016. Citado na página 53.
- BRENAS, J. H. et al. A malaria analytics framework to support evolution and interoperability of global health surveillance systems. *IEEE Access*, IEEE, v. 5, p. 21605–21619, 2017. Citado na página 28.
- CAMPOS, F. et al. Developing and implementing an interoperable document-based electronic health record. *Studies in health technology and informatics*, v. 192, p. 1169–1169, 2013. Citado na página 28.

CAPURRO, D. et al. Chile's national center for health information systems: A public-private partnership to foster health care information interoperability. *Studies in health technology and informatics*, v. 245, p. 693–695, 2017. Citado na página 28.

CARVALHO, I. et al. Heal me: an architecture for health software ecosystem evaluation. In: IEEE PRESS. *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*. [S.l.], 2017. p. 59–65. Citado na página 62.

CARVALHO, I. A. *Uma arquitetura para avaliação de saúde de ecossistemas de software*. Dissertação (Mestrado acadêmico) em Ciência da Computação - Universidade Federal de Juiz de Fora: [s.n.], 2018. 113fl. Juiz de Fora-MG. Citado na página 62.

CETIC. *TIC SAÚDE 2018 - Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Estabelecimentos de Saúde Brasileiros*. [S.l.]: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019. Citado na página 48.

CHAIM, R. M.; OLIVEIRA, E. C.; ARAÚJO, A. P. F. Technical specifications of a service-oriented architecture for semantic interoperability of ehr—electronic health records. In: IEEE. *Information Systems and Technologies (CISTI), 2017 12th Iberian Conference on*. [S.l.], 2017. p. 1–6. Citado na página 28.

CHRISTENSEN, H. B. et al. Analysis and design of software ecosystem architectures—towards the 4s telemedicine ecosystem. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 56, n. 11, p. 1476–1492, 2014. Citado 7 vezes nas páginas 12, 16, 19, 20, 21, 22 e 28.

CIAMPI, M. et al. Towards interoperability of ehr systems: The case of italy. In: *ICT4AgeingWell*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 133–138. Citado na página 28.

CIAMPI, M. et al. Big data and health care: a lesson learned. In: IEEE. *2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*. [S.l.], 2018. p. 2068–2075. Citado na página 28.

CMD. *cmd*. 2019. Disponível em: <https://wiki.saude.gov.br/cmd/index.php/>. Acesso em 03 de julho de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 57.

COPPOLINO, L. et al. Konfido project: a secure infrastructure increasing interoperability on a systemic level among ehealth services across europe. In: IEEE. *Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2017 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 342–347. Citado na página 28.

CRICHTON, R. et al. An architecture and reference implementation of an open health information mediator: enabling interoperability in the rwandan health information exchange. In: SPRINGER. *International Symposium on Foundations of Health Informatics Engineering and Systems*. [S.l.], 2013. p. 87–104. Citado na página 28.

DAMOAH, D. et al. A framework for adapting health-level7 techniques in ghanaian institutions. In: IEEE. *Computer Communication and Systems, 2014 International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 207–219. Citado na página 28.

DELVAUX, N. et al. Health data for research through a nationwide privacy-proof system in belgium: Design and implementation. *JMIR medical informatics*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 6, n. 4, p. e11428, 2018. Citado na página 28.

DOGAC, A. et al. Healthcare information technology infrastructures in turkey. *Yearbook of medical informatics*, Georg Thieme Verlag KG, v. 23, n. 01, p. 228–234, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 28.

DOLCINI, G.; SERNANI, P. A multi-agent architecture for health information systems. *Advanced Methods and Technologies for Agent and Multi-Agent Systems*, Courier Corporation, v. 252, p. 375, 2013. Citado na página 28.

DUFTSCHMID, G.; CHALOUPKA, J.; RINNER, C. Towards plug-and-play integration of archetypes into legacy electronic health record systems: the archimed experience. *BMC medical informatics and decision making*, BioMed Central, v. 13, n. 1, p. 11, 2013. Citado na página 28.

EBSERH. *Mapa Estratégico | EBSEH - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares*. 2019. Disponível em: <https://www.ebserh.gov.br/governanca-corporativa/mapa-estrategico>. Acesso em 31 de outubro de 2019. Citado na página 54.

EBSERH. *Nossa História - EBSEH*. 2019. Disponível em: <http://www2.ebserh.gov.br/web/hu-ufs/nossa-historia>. Acesso em 10 de junho de 2019. Citado na página 62.

EBSERH. *Nossa História - EBSEH*. 2019. Disponível em: <http://www2.ebserh.gov.br/web/hul-ufs/nossa-historia>. Acesso em 31 de outubro de 2019. Citado na página 62.

EBSERH. *Sobre a Rede Ebserh | Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares - Ebserh*. 2019. Disponível em: <https://www.ebserh.gov.br/sobre-a-rede-ebserh>. Acesso em 10 de junho de 2019. Citado na página 53.

EBSERH, D. *Plano Diretor de Tecnologias de Informação e Comunicação*. 2019. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/sites/default/files/boletim-de-servico/anexos/2019-09/AnexoAcesso> em 07 de novembro de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 72.

EPING. *Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico*. 2018. Disponível em: <http://eping.governoeletronico.gov.br>. Acesso em 31 de maio de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 59.

EZE, B. et al. Leveraging cloud computing for systematic performance management of quality of care. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 98, p. 316–323, 2016. Citado na página 28.

EZE, B.; KUZIEWSKY, C.; PEYTON, L. Cloud-based performance management of community care services. *Journal of Software: Evolution and Process*, Wiley Online Library, v. 30, n. 7, p. e1897, 2018. Citado na página 28.

FOWLER, M. *Patterns of enterprise application architecture*. [S.l.]: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002. Citado na página 20.

FRANÇA, J. M.; LIMA, J. d. S.; SOARES, M. S. A case study on soaml to design an electronic health record application considering integration of legacy systems. In: IEEE. *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2016 IEEE 40th Annual*. [S.l.], 2016. v. 1, p. 353–358. Citado na página 13.

GAEBEL, J.; CYPKO, M. A.; LEMKE, H. U. Accessing patient information for probabilistic patient models using existing standards. *Stud Health Technol Inform*, v. 223, p. 107–112, 2016. Citado na página 28.

GAYNOR, M. et al. A general framework for interoperability with applications to healthcare. *Health Policy and Technology*, Elsevier, v. 3, n. 1, p. 3–12, 2014. Citado na página 28.

GAZZARATA, R.; GIANNINI, B.; GIACOMINI, M. A soa-based platform to support clinical data sharing. *Journal of healthcare engineering*, Hindawi, v. 2017, 2017. Citado na página 28.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, v. 5, p. 61, 2002. Citado na página 15.

GØEG, K. R. et al. A future-proof architecture for telemedicine using loose-coupled modules and hl7 fhir. *Computer methods and programs in biomedicine*, Elsevier, v. 160, p. 95–101, 2018. Citado na página 28.

HAARBRANDT, B. et al. Highmed—an open platform approach to enhance care and research across institutional boundaries. *Methods of information in medicine*, Schattauer GmbH, v. 57, n. S 01, p. e66–e81, 2018. Citado na página 28.

HALUZA, D.; JUNGWIRTH, D. Ict and the future of health care: aspects of health promotion. *International journal of medical informatics*, Elsevier, v. 84, n. 1, p. 48–57, 2015. Citado na página 12.

HARTMANN, H.; BOSCH, J. Towards a multi-criteria decision support method for consumer electronics software ecosystems. *Journal of Software: Evolution and Process*, Wiley Online Library, v. 28, n. 6, p. 460–482, 2016. Citado na página 20.

HAUPT, F. et al. A model-driven approach for rest compliant services. In: IEEE. *2014 IEEE International Conference on Web Services*. [S.l.], 2014. p. 129–136. Citado na página 59.

HENDRICK, E.; SCHOOLEY, B.; GAO, C. Cloudhealth: developing a reliable cloud platform for healthcare applications. In: IEEE. *Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2013 IEEE*. [S.l.], 2013. p. 887–891. Citado na página 28.

HIMSS. *What is Interoperability?* | HIMSS. 2018. <https://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is>. Acesso em 17 de setembro de 2018. Citado na página 18.

HONG, J.; MORRIS, P.; SEO, J. Interconnected personal health record ecosystem using iot cloud platform and hl7 fhir. In: IEEE. *Healthcare Informatics (ICHI), 2017 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 362–367. Citado na página 28.

HOSSEINI, M.; AHMADI, M.; DIXON, B. E. A service oriented architecture approach to achieve interoperability between immunization information systems in iran. In: AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION. *AMIA Annual Symposium Proceedings*. [S.l.], 2014. v. 2014, p. 1797. Citado na página 28.

HUERTA-IBARRA, I.; PALACIO-MEJÍA, L. S.; SUASTE-GÓMEZ, E. Software ecosystem of electronic medical record to facilitate the exchange of inter institutional information: Case study in a fragmented health system. In: IEEE. *Humanitarian Technology Conference (MHTC), IEEE Mexican*. [S.l.], 2017. p. 39–44. Citado na página 28.

IBRAHIM, A. et al. Analysis of the suitability of existing medical ontologies for building a scalable semantic interoperability solution supporting multi-site collaboration in oncology. In: IEEE. *Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 2014 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 204–211. Citado na página 28.

ISO, M. *Systems and software engineering—architecture description*. [S.l.], 2011. Citado na página 21.

ITEC. *Module 7: Introduction to Interoperability at the Facility Level | Building Effective Health Information Systems*. [S.l.]: International Training and Education Center for Health, 2018. [Http://globalhealthworkforce.org/module7.html](http://globalhealthworkforce.org/module7.html). Acesso em 27 de novembro de 2018. Citado na página 18.

ITU, I. T. U. *Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico*. 2019. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/ICT-Applications/Pages/e-health-strategies.aspx>. Acesso em 18 de junho de 2019. Citado na página 13.

JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S.; FINKELSTEIN, A. Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems. In: *In Proceedings of the First International Workshop on Software Ecosystems, 11th International Conference on Software Reuse*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 34–48. Citado na página 19.

JOSUTTIS, N. M. *SOA in practice: the art of distributed system design*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2007. Citado na página 59.

KERAMARIS, V. A.; DANAS, K. "ontodrive" a multi-methodological ontology driven framework for systems analysis of health informatics. In: IEEE. *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2016 IEEE 18th International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 1–5. Citado na página 28.

KHAN, W. A. et al. An adaptive semantic based mediation system for data interoperability among health information systems. *Journal of medical systems*, Springer, v. 38, n. 8, p. 28, 2014. Citado na página 28.

KIOURTIS, A.; MAVROGIORGOU, A.; KYRIAZIS, D. Aggregating heterogeneous health data through an ontological common health language. In: IEEE. *Developments in eSystems Engineering (DeSE), 2017 10th International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 175–181. Citado na página 28.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In: *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*. [S.l.]: sn, 2007. Citado na página 15.

KNODEL, J.; MANIKAS, K. Towards reference architectures as an enabler for software ecosystems. In: ACM. *Proceedings of the 10th European Conference on Software Architecture Workshops*. [S.l.], 2016. p. 26. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 22.

KOHLBACHER, O. et al. Data integration for future medicine (difuture): An architectural and methodological overview. *METHODS OF INFORMATION IN MEDICINE*, 2018. Citado na página 28.

KOLIAS, V. D. et al. A semantically-aided architecture for a web-based monitoring system for carotid atherosclerosis. In: IEEE. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE*. [S.l.], 2015. p. 1373–1376. Citado na página 28.

KRUCHTEN, P.; OBBINK, H.; STAFFORD, J. The past, present, and future for software architecture. *IEEE software*, IEEE, v. 23, n. 2, p. 22–30, 2006. Citado na página 20.

- LEE, M. et al. Developing a common health information exchange platform to implement a nationwide health information network in south korea. *Healthcare informatics research*, v. 21, n. 1, p. 21–29, 2015. Citado na página 28.
- LIU, S.; LI, W.; LIU, K. Pragmatic oriented data interoperability for smart healthcare information systems. In: IEEE. *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2014 14th IEEE/ACM International Symposium on*. [S.l.], 2014. p. 811–818. Citado na página 28.
- LOSAVIO, F.; ORDAZ, O.; ESTELLER, V. Quality-based bottom-up design of reference architecture applied to healthcare integrated information systems. In: IEEE. *Research Challenges in Information Science (RCIS), 2015 IEEE 9th International Conference on*. [S.l.], 2015. p. 70–75. Citado na página 28.
- LUBAMBA, C.; BAGULA, A. Cyber-healthcare cloud computing interoperability using the hl7-cda standard. In: IEEE. *Computers and Communications (ISCC), 2017 IEEE Symposium on*. [S.l.], 2017. p. 105–110. Citado na página 28.
- MACÍA, I. Towards a semantic interoperability environment. In: IEEE. *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2014 IEEE 16th International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 543–548. Citado na página 28.
- MANDEL, J. C. et al. Smart on fhir: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records. *Journal of the American Medical Informatics Association*, Oxford University Press, v. 23, n. 5, p. 899–908, 2016. Citado na página 28.
- MANIKAS, K.; HÄMÄLÄINEN, M.; TYRVÄINEN, P. Designing, developing, and implementing software ecosystems: towards a step-wise guide. In: EDITORS; SUN SITE CENTRAL EUROPE. *CEUR Workshop Proceedings; 1808*. [S.l.], 2016. Citado 3 vezes nas páginas 14, 16 e 34.
- MANIKAS, K.; HANSEN, K. M. Software ecosystems—a systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 86, n. 5, p. 1294–1306, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 13, 19, 20 e 21.
- MARCOS, C. et al. Solving the interoperability challenge of a distributed complex patient guidance system: a data integrator based on hl7's virtual medical record standard. *Journal of the American Medical Informatics Association*, Oxford University Press, v. 22, n. 3, p. 587–599, 2015. Citado na página 28.
- MARCOS, M. et al. Interoperability of clinical decision-support systems and electronic health records using archetypes: a case study in clinical trial eligibility. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 46, n. 4, p. 676–689, 2013. Citado na página 28.
- MASETHE, H. et al. Integration of health data using enterprise service bus. In: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science San Francisco*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 28.
- MCGLYNN, E. A. et al. Developing a data infrastructure for a learning health system: the portal network. *Journal of the American Medical Informatics Association*, BMJ Publishing Group, v. 21, n. 4, p. 596–601, 2014. Citado na página 28.
- MESSERSCHMITT, D. G.; SZYPERSKI, C. et al. Software ecosystem: understanding an indispensable technology and industry. *MIT Press Books*, The MIT Press, v. 1, 2003. Citado na página 19.

- MILOSEVIC, Z.; BOND, A. Digital health interoperability frameworks: use of rm-odp standards. In: IEEE. *Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW), 2016 IEEE 20th International*. [S.l.], 2016. p. 1–10. Citado na página 28.
- MOOR, G. D. et al. Using electronic health records for clinical research: the case of the ehr4cr project. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 53, p. 162–173, 2015. Citado na página 28.
- MORISIO, M.; D'AGOSTINO, N. *Enterprise Service Bus: A business study case*. Master Thesis in Computer Engineering - POLITECNICO DI TORINO: [s.n.], 2018. 65fl. Citado na página 59.
- OLIVEIRA, R. et al. Open-source based integration solution for hospitals. In: IEEE. *Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2016 IEEE 29th International Symposium on*. [S.l.], 2016. p. 294–299. Citado na página 28.
- ORGANIZATION, W. H. et al. *Classification of digital health interventions v1. 0: a shared language to describe the uses of digital technology for health*. [S.l.], 2018. Citado na página 49.
- PERAKIS, K. et al. Advancing patient record safety and ehr semantic interoperability. In: IEEE. *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2013. p. 3251–3257. Citado na página 28.
- PERLIN, J. B. et al. *Information Technology Interoperability and Use for Better Care and Evidence*. [S.l.]: Vital Directions for Health and Health Care Series. Discussion Paper, National Academy of Medicine, Washington, DC. <https://nam.edu/wp-content/uploads/2016/09/information-technology-interoperability-and-use-forbetter-care-and-evidence.pdf>, 2016. Citado na página 12.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: *EASE*. [S.l.: s.n.], 2008. v. 8, p. 68–77. Citado na página 15.
- POENARU, C. E.; DOBRESCU, R.; MEREZEANU, D. Fractal organization in healthcare information systems. In: IEEE. *Control Systems and Computer Science (CSCS), 2017 21st International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 406–413. Citado na página 28.
- POSIRCARU, D. R.; SERBANATI, L. D. Integrating legacy medical applications in a standardized electronic health record platform. In: IEEE. *E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2015*. [S.l.], 2015. p. 1–4. Citado na página 28.
- PRADOS-SUÁREZ, B. et al. Contextualized access to electronic health records. In: *ICEIS: PROCEEDINGS OF THE 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, VOL 1*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 28.
- QURESHI, B. Towards a digital ecosystem for predictive healthcare analytics. In: ACM. *Proceedings of the 6th International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*. [S.l.], 2014. p. 34–41. Citado na página 28.
- RIJO, R. et al. *Interoperabilidade e Segurança: Uma Pesquisa com Hospitais Brasileiros*. 2017. [Http://www.sbis.org.br/programacao-pep2017#dia-20-09-quarta-feira](http://www.sbis.org.br/programacao-pep2017#dia-20-09-quarta-feira). ESaude & PEP 2017 - Sociedade Brasileira de Informática em Saúde - São Paulo. Citado na página 12.

- ROEHRS, A.; COSTA, C. A. da; RIGHI, R. da R. Omniphr: A distributed architecture model to integrate personal health records. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 71, p. 70–81, 2017. Citado na página 28.
- ROEHRS, A. et al. Toward a model for personal health record interoperability. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, IEEE, v. 23, n. 2, p. 867–873, 2019. Citado na página 28.
- ROSENBLOOM, S. T. et al. The mid-south clinical data research network. *Journal of the American Medical Informatics Association*, BMJ Publishing Group, v. 21, n. 4, p. 627–632, 2014. Citado na página 28.
- SÁEZ, C. et al. An hl7-cda wrapper for facilitating semantic interoperability to rule-based clinical decision support systems. *Computer methods and programs in biomedicine*, Elsevier, v. 109, n. 3, p. 239–249, 2013. Citado na página 28.
- SAÚDE, B. M. da. *Por que GESITI?: Gestão de Sistemas e Tecnologias da Informação em Hospitais : panorama, tendências e perspectivas em saúde*. [S.l.]: Ministério da Saúde, 2014. Citado na página 48.
- SAÚDE, M. da. *Conjunto Mínimo de Dados*. 2018. Disponível em: <https://conjuntominimo.saude.gov.br/portal-services/documentos/9/arquivo>. Acesso em 21 de junho de 2019. Citado na página 58.
- SCHREIWEIS, B. et al. An architecture for the integration of clinical data from a pehr in a regional research platform. In: *MIE*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 272–276. Citado na página 28.
- SELVAKUMARAN, P.; NG, B. A. A survey-software ecosystem in telemedicine. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2015. Citado na página 12.
- SIQUEIRA, O. M. P. *Aiki ecosystem architecture : uma proposta de arquitetura de ecossistema de software de referência para a área de saúde*. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Sergipe: [s.n.], 2017. 160fl. São Cristóvão-SE. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 23.
- STAFFA, M. et al. Konfido: An openncp-based secure ehealth data exchange system. In: SPRINGER. *International ISCIS Security Workshop*. [S.l.], 2018. p. 11–27. Citado na página 28.
- START. *StArt - LaPES - Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software*. 2018. [Http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool). Acesso em 10 de setembro de 2018. Citado na página 26.
- TECHTIQ. *News for Android App Developers: Google Revises Android App Development Guidelines*. [S.l.]: TechTiQ, 2018. [Http://techtis.blogspot.com/2018/09/news-for-android-app-development.html](http://techtis.blogspot.com/2018/09/news-for-android-app-development.html). Acesso em 28 de novembro de 2018. Citado na página 20.
- TOFFANELLOA, A. et al. An architecture for semantically interoperable electronic health records. In: IOS PRESS. *MEDINFO 2017: Precision Healthcare Through Informatics: Proceedings of the 16th World Congress on Medical and Health Informatics*. [S.l.], 2018. v. 245, p. 235. Citado na página 28.

TRAORE, B. B.; KAMSU-FOGUEM, B.; TANGARA, F. Integrating mda and soa for improving telemedicine services. *Telematics and Informatics*, Elsevier, v. 33, n. 3, p. 733–741, 2016. Citado na página 28.

VIDA, M. M. et al. Using web services to support the interoperability between healthcare information systems and cds systems. *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*, v. 16, n. 1, p. 106–113, 2014. Citado na página 28.

VIEIRA-MARQUES, P. et al. Openehr aware multi agent system for inter-institutional health data integration. In: IEEE. *Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on*. [S.l.], 2014. p. 1–6. Citado na página 28.

WHO et al. Global diffusion of ehealth: making universal health coverage achievable: report of the third global survey on ehealth. World Health Organization, 2016. Citado na página 12.

WINTER, A. et al. Smart medical information technology for healthcare (smith). *Methods of information in medicine*, Schattauer GmbH, v. 57, n. S 01, p. e92–e105, 2018. Citado na página 28.

YANG, C.-Y.; LIU, C.-T. Developing ihe-based phr cloud systems. In: IEEE. *2013 International Conference on Social Computing*. [S.l.], 2013. p. 1022–1025. Citado na página 28.

YAQOOB, T. et al. Feasibility analysis for deploying national healthcare information system (nhis) for pakistan. In: IEEE. *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2017 IEEE 19th International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 1–6. Citado na página 28.

YU, G. et al. Implementation of a city-wide health information exchange solution in the largest metropolitan region in china. In: IEEE. *Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), 2016 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 795–798. Citado na página 28.

YUKSEL, M. et al. An interoperability platform enabling reuse of electronic health records for signal verification studies. *BioMed research international*, Hindawi, v. 2016, 2016. Citado na página 28.

ZEINALI, N.; ASOSHEH, A.; SETAREH, S. The conceptual model to solve the problem of interoperability in health information systems. In: IEEE. *Telecommunications (IST), 2016 8th International Symposium on*. [S.l.], 2016. p. 684–689. Citado 3 vezes nas páginas 12, 13 e 28.

APÊNDICE A – Questionário Cenário Atual HU

Mapeamento dos Ecossistemas de Software dos Hospitais Universitários da EBSEH

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar de uma pesquisa, cujo objetivo é o levantamento de dados para identificação do cenário atual em relação aos Ecossistemas de Software dos Hospitais Universitários da Rede EBSEH.

Contextualizando – Ecossistema de Software (ECOS) é a interação de um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum que resulta em várias soluções de software ou serviços, é uma abordagem ampla que considera aspectos relacionados ao desenvolvimento e operação de software, como os aspectos organizacionais por exemplo.

Uma Arquitetura de ECOS trata dos elementos dos Ecossistemas de Software e seus relacionamentos, podendo ser uma abordagem que facilite o gerenciamento deste complexo ambiente. Isso seria possível utilizando-se dos conceitos de ECOS e auxiliando sua implementação por estas organizações, promovendo assim a criação de um ambiente estável, com a colaboração e interação de atores e infraestrutura de software, internos e externos as instituições.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Para Pesquisas

Participação do estudo – A sua participação no referido estudo será em responder um questionário, que levará o tempo médio para preenchimento entre 10 e 20 minutos. As respostas são livres, sendo algumas obrigatórias. Sinta-se a vontade para detalhar o que julgar importante.

Sigilo e Privacidade – Esteja ciente de que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer dado ou elemento que possa, de qualquer forma, te identificar será mantido em sigilo. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade dos dados.

Autonomia – É assegurada a assistência durante toda a pesquisa, bem como garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo que você queira saber antes, durante e depois da sua participação. Informamos que pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerá qualquer prejuízo.

Declaração – Continuando, você declara que leu e entendeu todas as informações presentes neste Termo. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesta seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou pagar, por sua participação.

Sua participação é fundamental!

Pesquisadores responsáveis:
Prof.^a Dr.^a Adicinéia Aparecida de Oliveira
André Teixeira de Frades

*Obrigatório

1. Endereço de e-mail *

1 - Perfil Organizacional

2. 1.1 Identificação do Hospital (Nome - Estado - Cidade)? *

3. 1.2 Qual é o porte do hospital? *

Marque todas que se aplicam.

- Pequeno Porte
- Médio Porte
- Grande Porte

4. 1.3 Qual é o nível de complexidade hospitalar? *

Marcar apenas uma oval.

- Baixa Complexidade
- Média Complexidade
- Alta Complexidade

5. 1.4 Qual é o número de leitos do hospital? *

6. 1.5 Qual é o número de funcionários do hospital? *

7. 1.6 Deste total, quantos são profissionais de TI? *

2 - Análise Situacional

8. 2.1 Qual o número aproximado de usuários de sistemas?

Isto é, quantos colaboradores têm acesso a algum sistema do hospital.

9. 2.2 O setor de TI têm desenvolvimento de software próprio? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 9.*
- Não *Ir para a pergunta 20.*

2.2 - Análise Situacional - Desenvolvimento

10. 2.2.1 Qual (is) a(s) linguagem(ns) de programação adotada(s)? *

Marque todas que se aplicam.

- Java
- C
- C++
- PHP
- Python
- JavaScript
- Outro: _____

11. 2.2.2 Qual (is) a(s) plataforma(s) de desenvolvimento adotadas? *

Marque todas que se aplicam.

- Web
- Mobile
- Desktop
- Outro: _____

12. 2.2.3 Utilizam testes unitários? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

13. 2.2.4 Adotam alguma ferramenta para testes automatizados? Se sim, qual(is)? *

Marque todas que se aplicam.

- Selenium
- Katalon Studio
- Unified Functional Testing (UFT)
- IBM Rational Functional Tester
- Nenhuma
- Outro: _____

14. 2.2.5 Utilizam ferramentas de versionamento? Qual(is)?

Marque todas que se aplicam.

- Git
- Subversion
- Mercurial
- Outro: _____

15. 2.2.6 Utilizam ferramenta(s) de registro dos requisitos? Qual (is)?

Marque todas que se aplicam.

- Redmine
- Jira
- Team Foundation Server
- Trello
- Outro: _____

16. 2.2.7 Utilizam ferramentas de automação de tarefas? Qual (is)?

Marque todas que se aplicam.

- Selenium
- JMeter
- HP QuickTest
- Cucumber
- Outro: _____

17. 2.2.8 Utilizam algum padrão de desenvolvimento? Se sim, qual (is)?

Marque todas que se aplicam.

- Test Driven Development (TDD)
- Model-view-controller (MVC)
- Domain-driven Development (DDD)
- Behavior Driven Development (BDD)
- Outro: _____

18. 2.2.9 Adota-se alguma arquitetura de desenvolvimento de software? Qual(is)? *

19. 2.2.10 Em caso afirmativo, poderia enviar uma representação desta arquitetura?

Arquivos enviados:

20. 2.2.11 É utilizado algum padrão para interoperabilidade entre sistemas? Se sim, qual(is)? *

Marque todas que se aplicam.

- JSON
- XML
- HL7
- DICOM
- openEHR
- IHE XDS
- Nenhum
- Outro: _____

2 - Análise Situacional

21. 2.3 Quais são os SGBD's utilizados? *

Marque todas que se aplicam.

- PostgreSQL
- MySQL
- Oracle
- SQL Server
- Outro: _____

22. 2.4 Qual o percentual de *software* utilizado em cada área? *

Exemplo: 50% Administrativo, 30% Assistencial e 20% Ensino e Pesquisa. Atentar que o total que deve ser igual a 100%.

23. 2.5 Quais são os principais *softwares* em uso? *

Caso adicionado outro sistema, favor especificar se ele é próprio, código aberto ou adquirido por terceiros.

Marque todas que se aplicam.

- AGHU
- SIG Protocolo
- SIG Auditoria
- SIG Jurídico
- SIG Descentralização de Créditos
- SIG Monitoramento de Obras
- SIG Orçamento
- SIG Patrimônio
- Outro: _____

24. 2.6 O hospital dispõe de um catálogo de *software* e sistemas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

25. 2.7 Em caso positivo, poderia nos enviar este catálogo?

Arquivos enviados:

26. 2.8 Existem *softwares* legados em uso? Se sim, qual(is) e o tempo em uso de cada um?

*

27. 2.9 Quais Sistemas operam de forma integrada? Como é realizada a integração entre esses sistemas?

Existem diversas formas de fomentar integração entre sistemas, por exemplo: usando cloud, troca de mensagens entre módulos/sistemas (*web-services*), troca de documentos, uso de Ontologias etc. ...Essa pergunta deve ser respondida de acordo com o modelo: o sistema x está integrado ao sistema y utilizando *web-service*.

28. 2.10 Os sistemas assistenciais do hospital já estão adaptados ao CMD (RESOLUÇÃO N. 6, DE 25 DE AGOSTO DE 2016)? *

O CMD é aplicável somente para os sistemas assistenciais. No caso de sistemas administrativos, a resolução não se aplica. Maiores informações em:

<https://conjuntominimo.saude.gov.br/>

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Outro: _____

29. 2.11 Em sua opinião, quais as expectativas geradas em adotar uma arquitetura de ecossistemas de *software* comum entre os HU da Rede EBSEH? *

Ecossistemas de *Software* (ECOS) é a interação de um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum que resulta em várias soluções de *software* ou serviços, é uma abordagem ampla que considera aspectos relacionados ao desenvolvimento e operação de *software*, como os aspectos organizacionais por exemplo. Uma Arquitetura de Ecossistema de *Software* trata dos elementos ECOS e seus relacionamentos.

30. 2.12 Em sua opinião, quais as limitações, barreiras ou mesmo dificuldades para adoção de uma arquitetura de ecossistemas de *software* comum entre os hospitais? *

Obrigado por participar desta pesquisa!

31. Deseja receber os resultados da pesquisa?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

APÊNDICE B – Questionário do Cenário Atual HU - Lei de Acesso à Informação

1. Qual é o porte do hospital?

Marque todas que se aplicam.

- Pequeno Porte
- Médio Porte
- Grande Porte

2. Qual é o nível de complexidade hospitalar?

Marcar apenas uma oval.

- Baixa Complexidade
- Média Complexidade
- Alta Complexidade

3. Qual é o número de leitos do hospital? Destes quantos são leitos de UTI e/ou UTI Neonatal?

4. Qual o número total de prontuários existentes no hospital?

5. Qual é o número de funcionários que atuam no hospital?

6. Qual é o número de médicos que atuam no hospital?

7. Qual é o número de profissionais de enfermagem (enfermeiros, técnicos e auxiliares) que atuam no hospital?

8. Deste total, quantos são profissionais de TI?

9. Quantos e quais as funções dos profissionais de TI? (Ex. Engenheiros de *Software*, programadores, Analistas de Sistemas, Técnicos de suporte...)

10. Quais os sistemas utilizados neste hospital e qual o número de usuários de cada sistema? Isto é, quantos colaboradores têm acesso aos sistemas do hospital.

11. Quais e quantos profissionais de saúde têm acesso aos sistemas? (Ex. Médicos, enfermeiros, nutricionistas, entre outros...).

12. Os sistemas estão configurados e permitem acesso por perfis de usuários?

13. Os sistemas do hospital se integram a outros sistemas do Ministério da Saúde, das secretarias estaduais ou municipais de saúde? Se sim, qual(is)?

14. Quem são seus principais fornecedores de *hardware*, *software* e dispositivos médicos? Há integração entre sistemas com algum destes?

15. Quais são os principais equipamentos médicos conectados a sistemas do hospital?

16. Dispõe de servidor de *Storage*? Quantos? Qual(is) marca(s), modelo(s) e capacidade?

17. Dispõe de servidores de Aplicação? Quantos? Qual(is) marca(s), modelo(s) e capacidade?

18. Quais dispositivos de *hardware* voltados para segurança o hospital dispõe?

19. Quais são os SGBD's utilizados?

Marque todas que se aplicam.

- PostgreSQL
- MySQL
- Oracle
- SQLServer

NoSQL

Outro: _____

20. Dentre os softwares disponíveis no Hospital qual o percentual de software utilizado em cada área?

1. Área Administrativa: _____

2. Área de Ensino e Pesquisa: _____

3. Área Assistencial: _____

21. Quais são os principais softwares em uso?

Caso adicionado outro sistema, favor especificar se ele é próprio, código aberto ou adquirido por terceiros.

Marque todas que se aplicam.

AGHU

SIGProtocolo

SIG Auditoria

SIGJurídico

SIG Descentralização de Créditos

SIG Monitoramento de Obras

SIG Orçamento

SIG Patrimônio

Outro(s): _____

22. O hospital dispõe de um catálogo de software e sistemas? Se sim, anexar ao questionário.

Sim

Não

23. Existem softwares legados em uso? Se sim, qual (is) e o tempo em uso de cada um?

24. O Setor de TI tem desenvolvimento de software próprio?

Sim *Ir para a pergunta 25.*

Não *(questionário encerrado, próximas perguntas não se aplicam).*

25. Qual (is) a(s) linguagem(ns) de programação adotada(s)?

Marque todas que se aplicam.

Java C

C++

PHP

Python

JavaScript

Outro:

26. Qual (is) a(s) plataforma(s) de desenvolvimento adotadas?

Marque todas que se aplicam.

- Web
- Mobile
- Desktop
- Outro: _____

27. Utilizam testes unitários?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

28. Adotam alguma ferramenta para testes automatizados? Se sim, qual (is)?

Marque todas que se aplicam.

- Selenium Katalon Studio
- Unified Functional Testing (UFT)
- IBM Rational Functional Tester
- Nenhuma
- Outro: _____

29. Utilizam ferramentas de versionamento? Qual(is)?

Marque todas que se aplicam.

- Git
- Subversion
- Mercurial
- Outro: _____

30. Utilizam ferramenta(s) de registro dos requisitos? Qual (is)?

Marque todas que se aplicam.

- Redmine
- Jira
- Team Foundation Server
- Trello
- Outro: _____

31. Utilizam ferramentas de automação de tarefas? Qual(is)?

Marque todas que se aplicam.

- Selenium
- JMeter
- HP QuickTest
- Cucumber
- Outro: _____

32. Utilizam algum padrão de desenvolvimento? Se sim, qual(is)?

Marque todas que se aplicam.

- Test DrivenDevelopment (TDD)
- Model-view-controller (MVC)
- Domain-drivenDevelopment (DDD)
- Behavior Driven Development (BDD)
- Outro: _____

33. Adota-se alguma arquitetura de desenvolvimento de software? Qual (is)?

34. É utilizado algum padrão para interoperabilidade entre sistemas? Se sim, qual(is)?

Marque todas que se aplicam.

- JSON
- XML
- HL7
- DICOM
- openEHR
- IHE XDS
- Nenhum
- Outro: _____

35. Quais Sistemas operam de forma integrada? Como é realizada a integração entre esses sistemas?

Existem diversas formas de fomentar integração entre sistemas, por exemplo: usando cloud, troca de mensagens entre módulos/sistemas (*web-services*), troca de documentos, uso de Ontologias etc....Essa pergunta deve ser respondida de acordo com o modelo, por exemplo: o sistema está integrado ao sistema y utilizando *web-service*.

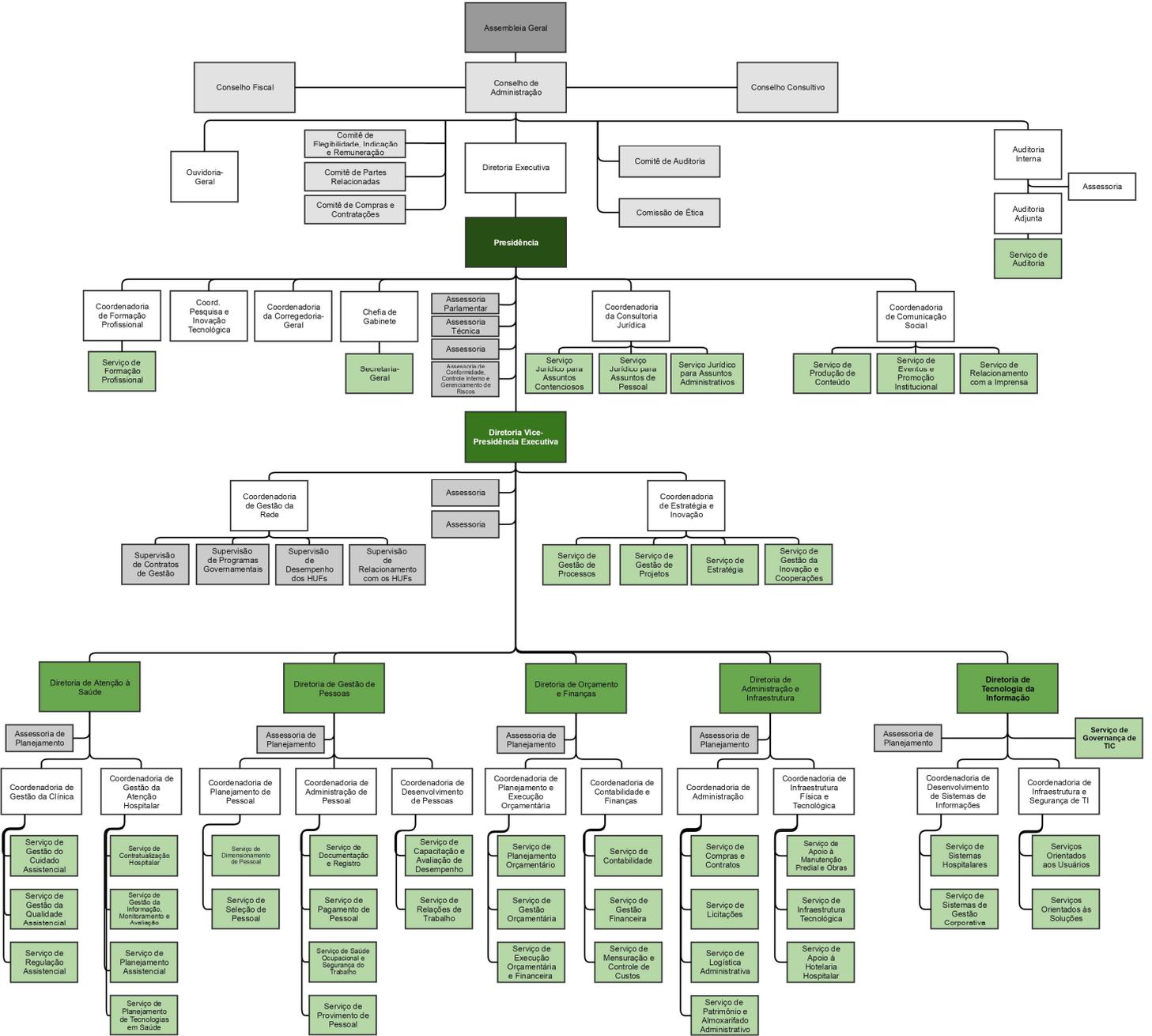
36. Os sistemas assistenciais do hospital já estão adaptados ao CMD (RESOLUÇÃO N.6, DE 25 DE AGOSTO DE 2016)?

O CMD é aplicável somente para os sistemas assistenciais. No caso de sistemas administrativos, a resolução não se aplica. Maiores informações em: <https://conjuntominimo.saude.gov.br/>

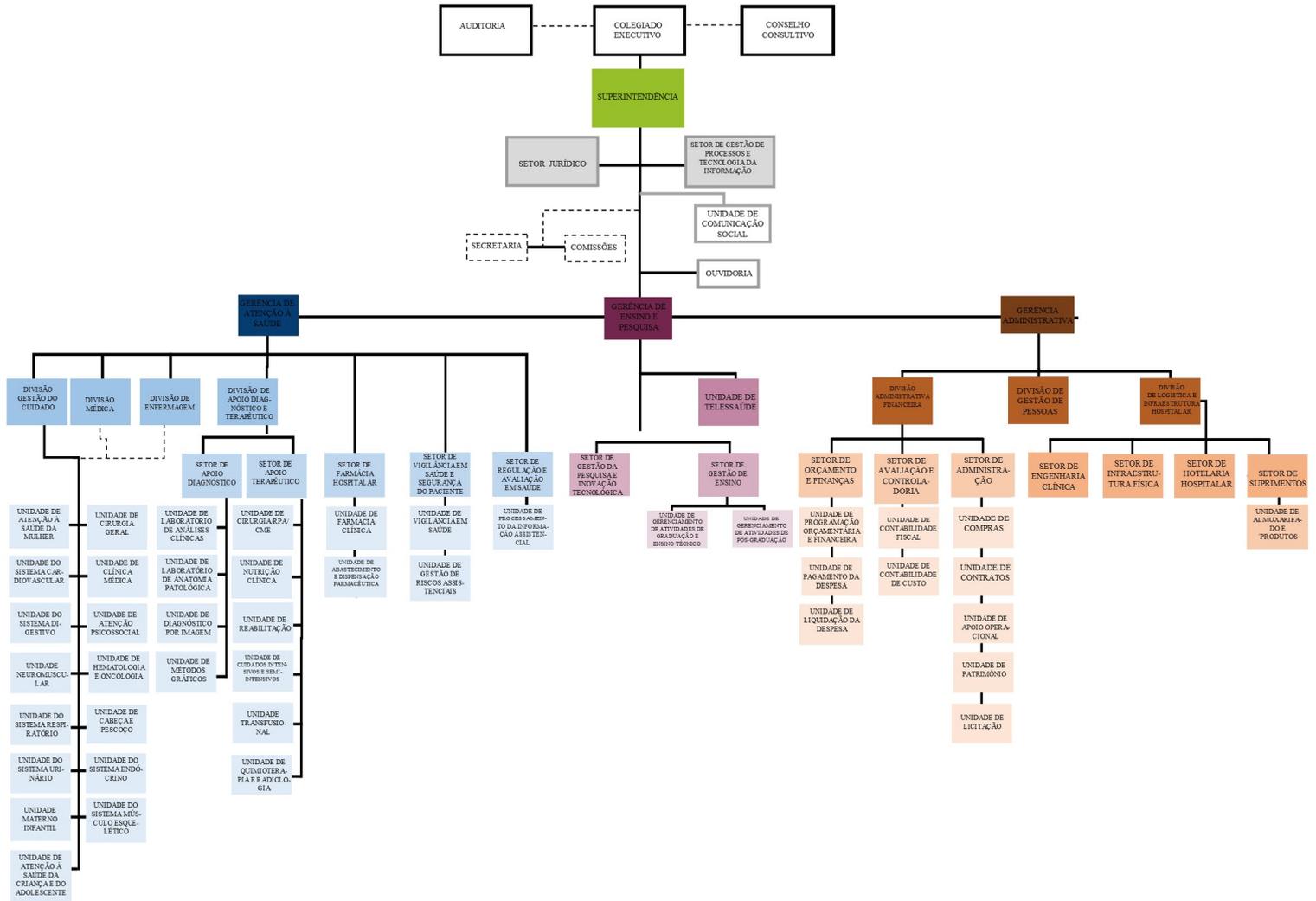
- Sim
- Não
- Outro:

ANEXO A – Organograma da EBSEERH

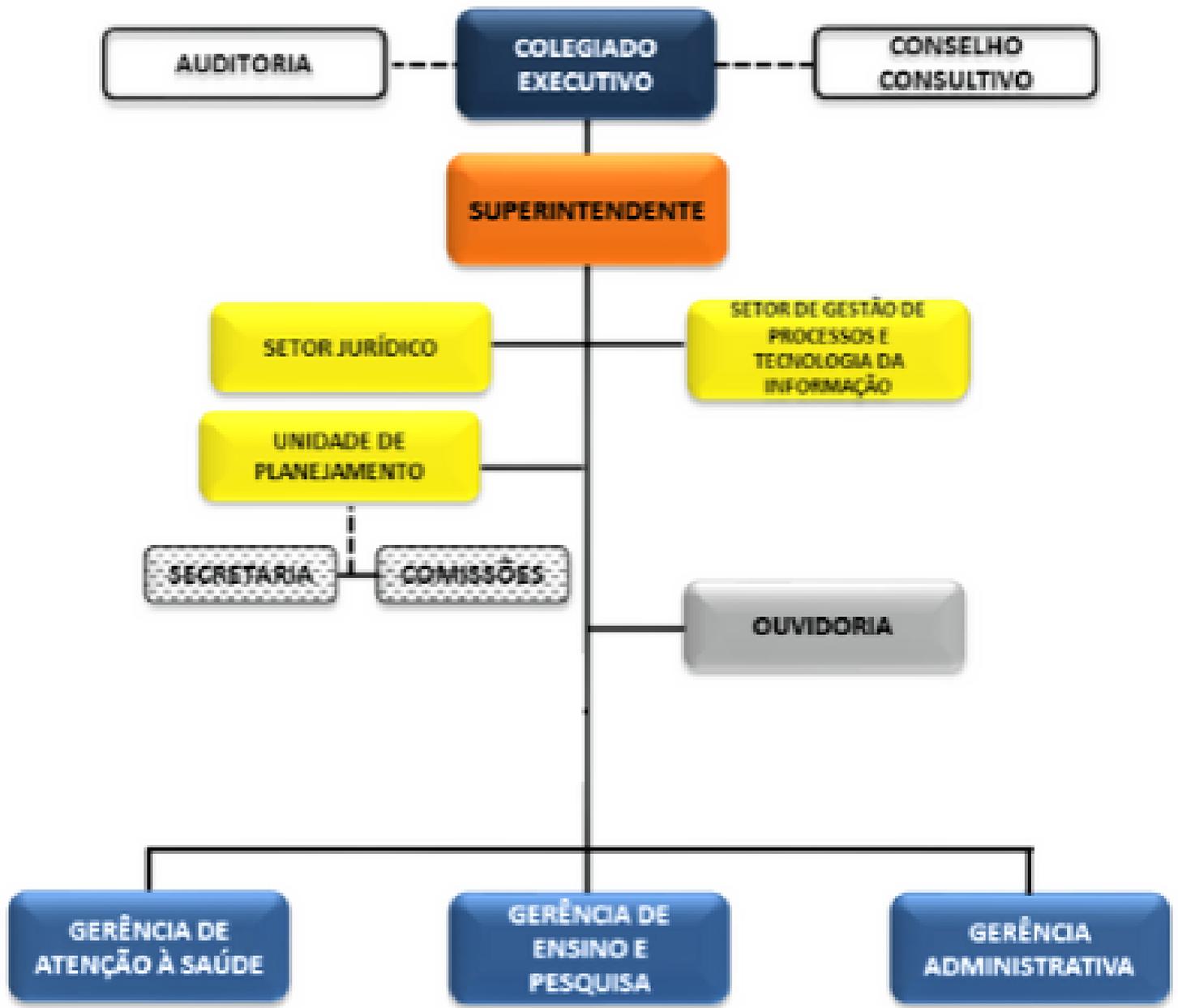
ESTRUTURA ORGANIZACIONAL - SEDE



ANEXO B – Organograma do HU Aracaju



ANEXO C – Organograma do HU Lagarto





GERÊNCIA ADMINISTRATIVA

DIVISÃO ADMINISTRATIVA FINANCEIRA

SETOR DE ORÇAMENTO E FINANÇAS

SETOR DE AVALIAÇÃO E CONTROLADORIA

SETOR DE ADMINISTRAÇÃO

UNIDADE DE PROGRAMAÇÃO ORÇAMENTÁRIA E FINANCEIRA

UNIDADE DE PAGAMENTO DA DESPESA

UNIDADE DE LIQUIDAÇÃO DA DESPESA

UNIDADE DE COMPRAS

UNIDADE DE CONTRATOS

UNIDADE DE APOIO OPERACIONAL

UNIDADE DE PATRIMÔNIO

UNIDADE DE LICITAÇÕES

DIVISÃO DE GESTÃO DE PESSOAS

UNIDADE DE SAÚDE OCUPACIONAL E SEGURANÇA DO TRABALHO

DIVISÃO DE LOGÍSTICA E INFRAESTRUTURA HOSPITALAR

SETOR DE INFRAESTRUTURA FÍSICA

SETOR DE LOGÍSTICA

UNIDADE DE ENGENHARIA CLÍNICA

UNIDADE DE HOTELARIA

UNIDADE DE ABASTECIMENTO

