

FABIO JOSE GOMES DE SOUSA

MARCIA, UMA METODOLOGIA PARA O MANEJO DE REGISTRO CLÍNICO COM USO
DE ARQUÉTIPOS PARA INTEROPERABILIDADE NOS SISTEMAS DE SAÚDE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional Integrado em Computação Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia - CCT da Instituto Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Computação Aplicada. Área de Concentração: Informática Educativa

Orientador: ANTÔNIO MAURO BARBOSA DE OLIVEIRA

Co-Orientador: CÉSAR OLAVO DE MOURA FILHO

FORTALEZA – CEARÁ

2017

FABIO JOSE GOMES DE SOUSA

MARCIA, UMA METODOLOGIA PARA O MANEJO DE REGISTRO CLÍNICO COM USO
DE ARQUÉTIPOS PARA INTEROPERABILIDADE NOS SISTEMAS DE SAÚDE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional Integrado em Computação Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia - CCT da Instituto Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Computação Aplicada. Área de Concentração: Informática Educativa

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

ANTÔNIO MAURO BARBOSA DE OLIVEIRA (Orientador)
Instituto Federal do Ceará – IFCE

CÉSAR OLAVO DE MOURA FILHO (Co-Orientador)
Instituto Federal do Ceará – IFCE

RONALDO FERNANDES RAMOS
Instituto Federal do Ceará – IFCE

LUIZ ODORICO MONTEIRO DE ANDRADE
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedico este trabalho à minha mulher Débora Colares, a meus filhos Álvaro e Camila, a minha Mãe Isabel (Bete), a meu Pai Neto Brandão, meu irmão Fernando, meu enteado Pedro Colares. Suporte essencial na caminhada da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e as condições proporcionadas, não apenas nesses anos como mestrando, mas em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, professor e amigo Mauro Oliveira que não mediu esforços e dedicação durante toda essa empreitada.

Ao meu co-orientador e professor César Olavo pelo seu empenho e compromisso.

Ao Laboratório de Redes e Sistemas Multimídia (LAR) de Aracati-CE. Professores (Mauro, Carina e Reinaldo) e os alunos colaboradores (João, Arthur e Oton).

À FUNCAP, órgão de fomento patrocinadora dos projetos DENGOSA e MARCIA.

Ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), por ter patrocinado essa capacitação dos seus servidores.

À equipe de saúde da UBS Pedregal II (Aracati-CE) e equipe de saúde do IFCE - Campus Aracati, pelo apoio e colaboração desse projeto.

Aos meus colegas e professores do mestrado MPCOMP.

Aos meus amigos e colegas do IFCE - Campus Aracati pelo incentivo e apoio.

Aos meus pais, minha mulher e meus filhos pelo incentivo e apoio incondicional.

"O mestrado é, antes de tudo, um processo de transformação, na qual transforma o mestrando em uma pessoa melhor para que este possa fazer o bem no mundo em que vive".

Autor (**Mauro Oliveira**) ()

RESUMO

A **Chikungunya** é uma arbovirose transmitida pelo vetor *Aedes Aegypti* que tem causado sérios danos a população brasileira. Até setembro deste ano, já foram registrados **mais de cem mil casos da doença no Estado do Ceará**. O problema já se tornou uma epidemia, exigindo mais atenção e melhores estratégias de combate pelo poder público. As informações colhidas durante o processo de manejo clínico na Unidade Básica de Saúde (UBS) são essenciais para os gestores públicos na tomada de decisão para este problema. A equipe de saúde do município realiza um processo de notificação de cada caso da doença a fim de tomar medidas preventivas. Contudo, **a falta ou o não sincronismo nos Sistemas de Informação em Saúde (SIS)** causa um atraso significativo deste processo, afetando a gestão da saúde pública. Este trabalho apresenta **um estudo de caso de interoperabilidade**, na qual propõe o **sistema MARCIA (Manejo de Registro Clínico Aplicado) para registrar e acompanhar o manejo clínica da chikungunya na UBS, auxiliando profissionais da atenção básica na melhoria do atendimento**. Este sistema foi construído seguindo a especificação do padrão OpenEHR que usa arquétipos e templates para representar dados clínicos. Este padrão foi adotado pelo Ministério da Saúde, através da portaria 2.073/2011, como modelo de referência para Registro Eletrônico de Saúde (RES). Durante a etapa de desenvolvimento do MARCIA foi proposta uma metodologia, usando o framework EHRServer. Na fase de escolha de arquétipos para compôr a template do sistema, foi desenvolvido o arquétipo que representa o hemograma e sorologia do resultado de um exame laboratorial e compartilhado no CKM (Clinical Knowledge Manager). Em seguida a template do manejo clínico da chikungunya foi gerada e também compartilhada no CKM. Finalmente, o sistema foi construído usando o framework rails. As informações colhidas no processo de manejo no MARCIA são enviadas, em tempo real, para serem compiladas por um outro **sistema de informação epidemiológica (denominado DENGOSA)** na Secretaria Municipal de Saúde (SMS), auxiliando profissionais e gestores de saúde no apoio a tomada de decisão. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é **otimizar o processo de registro, acompanhamento e notificação através de sistemas de informações para auxiliar profissionais e gestores de saúde nos cuidados de saúde e controle da epidemia chikungunya**. Este modelo está sendo implantado como projeto piloto em uma UBS e na Secretaria Municipal de Saúde do Município de Aracati-CE.

Palavras-chave: Arquétipos. Interoperabilidade. RES. Manejo Clínico. Chikungunya

ABSTRACT

The Chikungunya is an arbovirose transmitted by the *Aedes Aegypti* vector that has caused serious damage to the Brazilian population. As of September this year, more than 100,000 cases of the disease have been registered in the state of Ceará. The problem has already become an epidemic, requiring more attention and better fighting strategies by the public power. The information collected during the clinical management process at the Basic Health Unit (UBS) is essential for public managers in decision making for this problem. The health team of the municipality carries out a process of notification of each case of the disease in order to take preventive measures. However, lack or non-synchronization in the Health Information Systems (HIS) causes a significant delay in this process, affecting the management of public health. This paper presents a case study of interoperability, in which it proposes the MARCIA (Applied Clinical Record Management) system to record and monitor the clinical management of chikungunya in UBS, assisting primary care professionals in the improvement of attendance. This system was built following the specification of the OpenEHR standard that uses archetypes and templates to represent clinical data. This standard was adopted by the Ministry of Health, through ordinance 2.073 / 2011, as reference model for Electronic Health Record (EHR). During the MARCIA development stage a methodology was proposed, using the EHRServer framework. In the phase of choosing archetypes to compose the system template, the archetype that represents the hemogram and serology of the results of a laboratory examination and shared in the CKM (Clinical Knowledge Manager) was developed. Then, the chikungunya clinical management template was generated and also shared in the CKM. Finally, the system was built using the grails framework. The information collected in the MARCIA management process is sent in real time to be compiled by another epidemiological information system (called DENGOSA) at the Municipal Health Department (MHD), assisting health professionals and managers in the support for decision-making. Therefore, the general objective of this work is to optimize the process of registration, monitoring and reporting through information systems to assist professionals and health managers in the health care and control of the chikungunya epidemic. This model is being implemented as a pilot project in a UBS and in the Municipal Health Secretariat of the Municipality of Aracati-CE.

Keywords: Archetypes. Interoperability. HIS. Clinical Management. Chikungunya.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Conexão web usando o protocolo SOAP	25
Figura 2 – Barramento ESB (Enterprise Service Bus)	26
Figura 3 – Modelo de Arquitetura do REST	27
Figura 4 – CRUD - Serviços da Arquitetura do REST	30
Figura 5 – Modelo de Desenvolvimento de Software Proposto pelo openEHR	40
Figura 6 – Problema de Interoperabilidade	41
Figura 7 – Modelo Dual do Padrão openEHR	41
Figura 8 – Arquétipo da Pressão Arterial - P.A.	43
Figura 9 – ADL da Pressão Arterial - P.A.	44
Figura 10 – Modelo Ontológico do Padrão openEHR	45
Figura 11 – Sistema de RES do Padrão OpenEHR	46
Figura 12 – Estrutura Hieraquizada do RES OpenEHR	47
Figura 13 – Arquitetura em Camadas do Padrão openEHR	48
Figura 14 – Componentes do Servidor EHRServer	49
Figura 15 – Cenário Inicial (Município de Aracati-CE)	53
Figura 16 – Metodologia de Desenvolvimento do MARCIA usando o EHRServer	54
Figura 17 – Mapa Mental do Arquétipo Sorologia	57
Figura 18 – Mapa Mental da Chikungunya	58
Figura 19 – Diagrama de componentes do Sistema MARCIA	62
Figura 20 – Cenário da UBS com o Sistema MARCIA	63
Figura 21 – Mapas do Sistema DENGOSA	64
Figura 22 – Diagrama de Caso de Uso do DENGOSA (Gestão de dados do Sistema)	66
Figura 23 – Diagrama de Caso de Uso do DENGOSA (Mapas do Sistema DENGOSA)	67
Figura 24 – Proposta de Integração dos Sistemas MARCIA e DENGOSA (Novo Cenário)	69
Figura 25 – Arquitetura em Camadas do EHRServer	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Arquitetura de Classe da Norma 13606	39
Tabela 2 – Arquétipos selecionados para o sistema MARCIA	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo de Identificador de Recursos	28
Quadro 2 – Vinculação de Recursos (links)	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	MOTIVAÇÃO	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	PORTARIA 2.073/2011	20
2.1.1	Catálogo de serviços	21
2.1.2	Catálogo de Padrões de Informação	21
2.2	PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	22
2.2.1	Web Services e o Protocolo SOAP	23
2.2.2	Padrão SOA (Service Oriented Architecture)	24
2.2.3	Barramento ESB (Enterprise Service Bus)	25
2.2.4	Protocolo REST	26
2.3	PADRÕES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE	30
2.3.1	padrão TISS (Troca de Informação em Saúde Suplementar)	31
2.3.2	Padrão HL7	31
2.3.2.1	Padrão HL7 V2.x	32
2.3.2.2	Padrão HL7 V3.x	32
2.3.2.3	Padrão HL7 RIM	32
2.3.2.4	Padrão HL7 CDA	33
2.3.3	HL7 FHIR	33
2.3.4	IHE-PIX/PDQ: (Integrating the Healthcare Enterprise / Patient Identifier Cross Referencing)	35
2.3.5	Padrão SNOMED CT (CLINICAL TERMS)	35
2.3.6	CID 10 - Classificação Internacional de Doenças (Décima Revisão)	36
2.3.7	DICOM - DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE	37
2.3.8	LOINC - LOGICAL OBSERVATION IDENTIFIERS, NAMES AND CODES	37

2.3.9	NORMA ISO 13606-2	38
2.4	PADRÃO OPENEHR	39
2.4.1	Modelo de Desenvolvimento de Software proposto pelo padrão openEHR	39
2.4.2	Problemas de Interoperabilidade	40
2.4.3	Arquétipos OpenEHR	42
2.4.4	Modelo Ontológico do padrão OpenEHR	44
2.4.5	O sistema RES do OpenEHR	45
2.4.6	Modelo Hierárquico da Estrutura do RES OpenEHR	46
2.4.7	Arquitetura em Camadas do Padrão openEHR	47
2.4.8	Framework EHRServer	48
3	TRABALHOS RELACIONADOS	50
3.1	MAPEAMENTO DA BASE DE CONHECIMENTO FUNDAMENTADA EM ARQUÉTIPOS: UMA CONTRIBUIÇÃO À INFORMÁTICA EM SAÚDE	50
3.2	REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE: DOS MOLDES TRADICIONAIS À PADRONIZAÇÃO PROPOSTA PELA FUNDAÇÃO OPENEHR	50
3.3	REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE: CMS	51
4	METODOLOGIA	52
4.1	DESENVOLVIMENTO DO MARCIA BASEADO NO PADRÃO OPENEHR	52
4.1.1	Levantamento de Requisitos	54
4.1.2	Definição dos Arquétipos	55
4.1.3	Composição	58
4.1.4	Template	58
4.1.5	Compilação	58
4.1.6	Disponibilização	59
4.2	ARQUITETURA BASEADA EM COMPONENTES DO SISTEMA MARCIA	59
4.2.1	Análise da Proposta de Solução do Sistema MARCIA	61
4.3	PROPOSTA DO SISTEMA DENGOSA	63
4.3.1	Detalhamento do Sistema DENGOSA	64
4.3.1.1	Funções de Entrada de Dados no DENGOSA	65
4.3.1.2	Mapas de Visualizações das Informações no DENGOSA	66
4.3.2	Análise da Solução do Sistema DENGOSA	67
4.4	PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS MARCIA E DENGOSA	68

4.5	ARQUITETURA DE INTEROPERABILIDADE COM DENGOSA E MAR- CIA NO EHRSERVER	68
4.5.1	Camada de Infraestrutura Física	69
4.5.2	Camada Lógica de Serviços	69
4.5.3	Camada de Aplicação	70
5	RESULTADOS	72
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	73
6.1	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	73
6.2	LIMITAÇÕES	74
6.3	TRABALHOS FUTUROS	74
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos serviços de saúde prestados aos pacientes está intimamente ligada a informação clínica disponível no momento do atendimento, essas informações devem ser consistentes, seguras e disponíveis aos profissionais de saúde. Os dados clínicos e administrativos do usuário dos serviços de saúde, serão registrados em prontuários que podem estar em formato físico (papel) ou eletrônico. As informações preenchidas nos prontuários em papéis podem resultar em diversos problemas durante sua utilização tais como: rasura ou perda de dados relevantes, acesso limitado a um único usuário por vez, redundância de dados; falta de padronização; ambiguidades nas interpretações; recuperação, atualização e segurança comprometida sobre os dados, dentre outros. Estes problemas dificultam o adequado atendimento por parte dos profissionais de saúde ao paciente, podendo ocasionar erro médico que pode ser fatal (SBIS; CFM, 2012).

O **Governo brasileiro** e os **provedores privados dos serviços de saúde** tem investido em **Tecnologia da Informação e Comunicação em Saúde (TICS)**, visando a construção de **Sistemas de Informação em Saúde (SIS)** para solucionar os problemas relatados anteriormente. Uma das soluções é o desenvolvimento do **Prontuário Eletrônico de Saúde (PEP)** que substitui o prontuário padrão em papel registrando eletronicamente as informações do paciente em uma unidade de saúde (ARAÚJO; PIRES; BANDIERA-PAIVA, 2014). **No Brasil até o ano de 2016 mais de dois terços (2/3) das unidades de saúde cobertas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) não possuem prontuários eletrônicos** (BRASIL, 2016). Diante deste cenário, tem-se um grande desafio de informatizar os serviços de saúde considerando ainda a complexidade desta área e os problemas relacionados.

O **PEP** é fundamental no ambiente de saúde, além de armazenar informações clínicas e administrativas dos pacientes com segurança, ainda fornece outras funcionalidades importantes, como por exemplo: ser instrumento legal para registrar todas as ocorrências de um ambiente clínico; apoiar na autorização de seguros; servir de base na pesquisa acadêmica; dispor de dados estatísticos; instrumento para auditoria; disponibilidade de dados clínicos do paciente, quando este requerer; disponibilizar histórico clínico a cada novo atendimento na mesma unidade de saúde, servindo como suporte para otimizar os cuidados prestados (MORAIS *et al.*, 2016). Para atender estas funcionalidades o PEP precisa cumprir requisitos obrigatórios de segurança da informação. Além dos requisitos fundamentais como **confidencialidade, integridade e disponibilidade**, o **PEP** deverá usar **certificado digital** (assinatura eletrônica) para **validação**

ética e jurídica junto ao Conselho Federal de Medicina (CFM) e a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS) (SILVA; JUNIOR,).

Após o cumprimento de todos os **requisitos para construção e implantação de PEPs** em unidades de saúde ou consultórios médicos, surgiu uma nova demanda para este sistema: **tornar-se um sistema compartilhável a diferentes unidades de saúde, aproveitando o histórico clínico do paciente para cada novo atendimento**. Então, nasceu o conceito de **Registro Eletrônico de Saúde (RES)**, por ser um repositório de dados histórico do paciente que processa, armazena e transmite, eletronicamente tais dados de forma eficiente e segura (BACELAR; CORREIA, 2015). A diferença entre **PEP** e **RES** é que o primeiro armazena todo o histórico clínico do paciente cruzando os dados dos diversos setores de uma única instituição de saúde. Já o **RES** reúne o histórico clínico relevante do paciente contido em várias instituições de saúde ao longo de sua vida (MORAIS *et al.*, 2016). O **RES** possui diversas vantagens sobre o **PEP**, permitindo o **compartilhamento e a reutilização de dados clínicos para disponibilizá-los em qualquer lugar quando necessário**, proporcionando aos profissionais de saúde tomarem **decisões adequadas no atendimento, evitando retrabalhos, reduzindo tempo e custos com exames já feitos, garantindo eficiência e otimização nos cuidados de saúde** (GARDE *et al.*, 2007).

A construção e implantação de **PEP/RES** é um grande desafio. Seria ideal que os **PEPs fossem interoperáveis**, ou seja, pudessem se comunicar entre si, **disponibilizando essas informações em qualquer lugar** que o paciente fosse atendido. No entanto, a maior parte dos **PEPs** usados nas unidades de saúde são **sistemas proprietários, construídos com tecnologias e modelos de informações diferentes, arquitetura e regras de negócios próprios, uso de terminologia clínica diversificada**. Com isso, os problemas causados pelos prontuários em papéis ficam apenas parcialmente resolvidos, ou seja, os **PEPs** desenvolvidos por diferentes fornecedores não se comunicam entre si (BACELAR; CORREIA, 2015). Esses fatos dificultam a interoperabilidade entre os SIS. Adicionado a isso, tem-se ainda a diversidade desses sistemas e a complexidade da área de saúde, levando a problemas como: **a fragmentação do histórico clínico em vários SIS, informações relevantes de pacientes indisponíveis em uma nova unidade de saúde, erro médico por falta de informação completa do paciente, redundância de informações clínicas espalhadas nos diversos PEPs, omissão de resultados de exames (obrigando o paciente refazer tais procedimentos), maior gasto de tempo e recurso**. Todos estes problemas **comprometem a qualidade do atendimento ao paciente e a gestão da informação** para à tomada de decisão por parte dos profissionais e gestores de saúde (PESSANHA;

BAX, 2015).

A interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações, de forma transparente, sem adicionar novas funcionalidades. Mas não é uma tarefa fácil prover a interoperabilidade entre **SIS**. Diante do exposto, temos um grande desafio que é prover mecanismos de compartilhamento de dados entre diferentes **SIS**. Uma solução poderia ser a interoperabilidade por meio de interfaces, na qual os sistemas trocam informações entre si. No entanto, essa solução não é reusável e se torna inapropriado para um grande número de sistemas, pois para cada novo sistema tem-se que adicionar uma nova interface (GUBIANI; ROCHA; ORNELLAS, 2003).

A solução mais adequada para alcançar a interoperabilidade é por meio de padrões consensuais. Estes padrões fornecem meios para que dois ou mais sistemas possam trocar e usar informação sem adicionar novas funcionalidades interna ao sistema. Exige-se aos sistemas que precisam se comunicar a usarem padrões aceitos (consenso) no mercado ou adotados por governos (GARDE *et al.*, 2007). No Brasil, há um esforço para o emprego de padrões de interoperabilidade para **SIS**. Uma iniciativa foi a publicação da portaria 2.073/2011 pelo Ministério da Saúde que traz doze padrões de interoperabilidade entre **SIS**. Dentre estes padrões, tem-se a adoção do **OpenEHR como padrão de Registro Eletrônico de Saúde** (DIAS, 2011). O padrão **OpenEHR** propõe a construção rápida de **RES** flexíveis e interoperáveis, atendendo a dinâmica e complexidade da área de saúde. Este padrão está fundamentado em arquétipos ou modelos de metadados que representam informações clínica, como pressão arterial. Para compôr uma ficha clínica, como por exemplo um resumo de alta, será necessário um conjunto de arquétipos formando assim uma template (KALRA; BEALE; HEARD, 2005). Os arquétipos e templates constitui o modelo de conhecimento, sendo armazenados em um repositório online compartilhável chamado CKM (Clinical Knowledge Manager). Em seguida, a template será mapeada para a construir o modelo de referência, que será implementado em um ambiente de desenvolvimento, gerando assim o sistema. Essa arquitetura é chamada de arquitetura multinível (modelo de conhecimento e modelo de referência), na qual separa os arquétipos e templates (armazenados no CKM) do código do sistema (BEALE *et al.*, 2006).

Como prova de conceito sobre interoperabilidade nos **SIS**, este trabalho apresenta um estudo de caso, na qual propõe um sistema **denominado MARCIA (Manejo de Registro Clínico Aplicado)**, que usa o framework **EHRServer do padrão OpenEHR**. Este sistema será usado na área de epidemiologia, especificamente no manejo clínico da chikungunya, realizando o registro e o acompanhamento dos casos suspeitos da doença, dando suporte aos profissionais de

saúde na atenção primária. Durante a construção do MARCIA, será proposta uma metodologia rápida de desenvolvimento usando o framework EHRServer. Em uma das etapas desta metodologia, foi criado um novo arquétipo para representar as informações sobre hemograma e sorologia, específicos para as arboviroses febre chikungunya, dengue e zika vírus. Este arquétipo será útil para registrar resultados de exames de laboratórios que confirma ou descarta o caso suspeito. E ainda foi constituída, com auxílio de profissionais da saúde, a template da chikungunya, representando o modelo de conhecimento para registrar o manejo clínico da chikungunya. O arquétipo e a template definidos foram submetidos ao CKM para compartilhamento universal.

Por se tratar de um sistema interoperável, as informações do MARCIA serão compartilhadas para outros sistemas que usam padrões de interoperabilidade. Em seguida, será proposto um sistema de **gestão de informações epidemiológica (denominado DENGOSA)**, que será usado por gestores de saúde no suporte a tomada de decisão. Estes sistemas estão **funcionando como projetos pilotos na cidade de Aracati-CE (Brasil)**. O sistema MARCIA está sendo usado por **profissionais da Unidade Básica de Saúde (UBS) da micro região Pedregal II auxiliando o manejo clínico**. Já o sistema DENGOSA está sendo usado no suporte a tomada de decisão por **gestores da Secretaria Municipal de Saúde (SMS)**, no combate a **epidemia chikungunya**.

1.1 MOTIVAÇÃO

A epidemia de chikungunya desafia o poder público e a sociedade brasileira no combate eficaz ao mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor da doença. Na região nordeste os números são alarmantes e só tem crescido. Especificamente no Ceará, até o mês de setembro deste ano, **mais de cem mil casos da doença** já foram notificados (BRAZIL, 2017). Isso prova que as ações do governo para controlar a epidemia, como envio de carro fumacê a bairros sem nenhum critério, não estão surtindo efeitos. Para controlar a epidemia e minimizar novos casos, o poder público necessita de **ações inteligentes e eficientes**, como envio de agentes de endemias a regiões que apresentam incidências acentuadas. Para isso, o gestor público precisa de informações privilegiadas em tempo hábil para agir com eficácia. Essas informações passam pelo prontuário, onde inicia com a coleta de dados relevantes obtidos no processo de manejo clínico na Unidade Básica de Saúde (UBS). Em seguida, essas informações precisam estar disponíveis aos gestores de saúde no apoio para tomada de decisão. Neste cenário, a **proposta deste trabalho visa otimizar este processo**. Inicialmente, propõe-se um **sistema interoperável para o manejo**

clínico da chikungunya, apoiando as ações dos profissionais de saúde na UBS. Depois, as **informações desse sistema serão disponibilizadas em tempo real para dar suporte às ações dos gestores na Secretaria Municipal de Saúde (SMS)**, otimizando o processo de notificação. Esta proposta está sendo implantada no município de Aracati-CE, mas poderá ser adaptada e reutilizada em qualquer município brasileiro.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de interoperabilidade baseado no padrão OpenEHR (MARCIA - Manejo de Registro Clínico Aplicado) para auxiliar profissionais de saúde no manejo clínico da chikungunya, realizado em uma Unidade Básica de Saúde, compartilhando informações para o apoio à tomada de decisão de uma secretaria municipal de saúde.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar a análise de negócio do manejo clínico da chikungunya;
- b) Especificar os requisitos do sistema com base no protocolo de manejo clínico do SUS;
- c) Definir uma metodologia para desenvolver o MARCIA;
- d) Definir os arquétipos que serão usados para o manejo clínico da chikungunya;
- e) Criar a template que representa o manejo clínico da chikungunya, e em seguida compartilhar a mesma no CKM para validação;
- f) Implementar a template usando os frameworks Grails e EHRServer, gerando o sistema MARCIA;
- g) Integrar o sistema DENGOSA na arquitetura de Interoperabilidade do MARCIA;
- h) Disponibilizar os sistemas MARCIA e DENGOSA integrados, para a Secretaria Municipal de Saúde de Aracati;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o avanço da tecnologia da informação, em especial o desenvolvimento de sistema, os meios de comunicação de dados e o crescente uso da internet, surgiu a necessidade de desenvolver sistemas de informação para a área da saúde. Devido ser uma área bastante complexa, com muitos recursos, serviços, demandas e informações relevantes. Foi desenvolvido diversos projetos nesta área, dentre estes se destacam: **(1) O projeto LARIISA**, iniciado em 2009. O LARIISA é uma arquitetura para o apoio à tomada de decisão em sistemas públicos de Saúde, resultado da cooperação entre dois grupos de pesquisa da Universidade Federal do Ceará (UFC) e Instituto Federal do Ceará (IFCE). A motivação inicial do LARIISA foi propor uma plataforma computacional inteligente capaz de propor soluções de gestão e atendimento à população, tais como o agendamento das consultas, o controle da disponibilidade de vagas na rede municipal, a dispensação de medicamentos em farmácias públicas, o acompanhamento do cidadão através das equipes do Programa de Saúde da Família (PSF) (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2009); **(2) O projeto NextSaúde**, como um dos resultados do projeto LARIISA, é uma plataforma de soluções na gestão de saúde ¹. Um dos sistemas do projeto NextSaúde foi o DENGOSA, um sistema de informações epidemiológicas para o suporte a tomada de decisão. Estes projetos tiveram o patrocínio de órgãos de fomento como a FUNCAP ², por meio dos trabalhos de pesquisadores da instituição de ensino IFCE ³, especialmente os professores pesquisadores do laboratório LAR ⁴. Portanto, o NextSaúde é uma solução na área de saúde que servirá como base de funcionamento para diversos outros Sistemas de Informação em Saúde (SIS). Um desafio é implementar a forma desses sistemas se comunicarem, ou seja, tornarem-se sistemas interoperáveis.

Há grandes investimentos por parte do governo e da iniciativa privada para desenvolver sistemas interoperáveis, seguindo uma tendência mundial. Uma iniciativa do governo brasileiro foi a publicação da portaria 2.073/2011 que trata de doze padrões de interoperabilidade usados nos sistemas de saúde. Vale ressaltar que existem vários padrões na área de informática em saúde, tendo em vista a abrangência da área de saúde, como Registro Eletrônico de Saúde (RES), Urgência e Emergência, área Farmacêutica, Exames Laboratoriais, Exames de Imagens,

¹ Projeto NextSaúde disponível em: <http://www.funcap.ce.gov.br/index.php/component/content/article/3-lista-de-noticias/45528-tecnologia-para-uma-vida-melhor-conheca-o-projeto-nextsaude>

² Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: www.funcap.ce.gov.br/

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Aracati. Disponível em: <http://ifce.edu.br/aracati>

⁴ Laboratório de Redes de Computadores - IFCE Aracati. Disponível em: <https://www.aracatidigital.com.br/lar-laboratorio-de-redes->

dentre outras. Em cada uma dessas áreas podem existir um ou mais padrões de estrutura de informação a ser representada (DIAS, 2011). Neste capítulo será mostrado uma investigação ou estudo da arte dos padrões de interoperabilidade entre sistemas de saúde, a começar pela abordagem da portaria ministerial que trata destes padrões.

2.1 PORTARIA 2.073/2011

No âmbito do Ministério da Saúde Brasileiro, existe um catálogo de padrões de interoperabilidade entre sistemas de saúde, disponibilizado através da portaria 2.073 de 31 de Agosto de 2011, conforme segue (CONASS, 2011). “*A Portaria nº 2.073/2011, ao regulamentar o uso de padrões de interoperabilidade e informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde nas esferas Municipal, Distrital, Estadual e Federal, e para os sistemas privados e do setor de saúde suplementar, também representa um avanço no campo normativo da avaliação e disponibilização da informação estratégica em saúde.*” (BRASIL, 2011b, p.63).

Esse catálogo de padrões ainda se encontra incompleto, porém é utilizado como guia para orientar provedores e consumidores dos serviços e dos dados dos sistemas do SUS, catalogados pelo seu departamento de informática (DATASUS). A Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNISS), que foi aprovada pelo Comitê de Informação e Informática em Saúde (CIINFO) do Ministério da Saúde, estabelece, dentre outras diretrizes, a seguinte política: “*Estabelecer e manter atualizado um repositório nacional de software em saúde que inclua componentes e aplicações de acesso público e irrestrito que estejam em conformidade com padrões e protocolos de funcionalidade e interoperabilidade e segurança*” (BRASIL, 2016, p.15).

Diante destas diretrizes pode-se concluir que qualquer sistema da área de saúde, especialmente os sistemas que irão se comunicar diretamente com os sistemas do DATASUS, deverão seguir regras, normas e regulamentos, ou seja, deverão seguir algum tipo de padrão. Cada padrão possui uma finalidade bem definida, conforme pode ser observado no catálogo do SUS, estabelecido nesta portaria. Existe o **catálogo de serviço**, que estabelece quais protocolos de serviços deverão ser usados. E o **catálogo de padrões de informação**, que estabelece quais padrões deverão ser usados nos sistemas de informação em saúde (SIS). Ambos os catálogos foram publicados na portaria 2.073/2011. A seguir, serão descritos um breve resumo abordando ambos os catálogos.

2.1.1 Catálogo de serviços

Na interoperabilidade entre os sistemas do SUS é utilizado a tecnologia Web Service, o padrão SOAP 1.1 (Simple Object Access Protocol) ou superior. A garantia de segurança e integridade de informação é feito pelo padrão WS-Security para criptografia e assinatura digital das informações.

2.1.2 Catálogo de Padrões de Informação

- a) **OpenEHR**: Padrão usado para definição do Registro Eletrônico de Saúde (RES);
- b) **HL7 - Health Level 7**: Padrão definido para estabelecer a integração entre SIS, com vistas a integração de solicitação e resultados de exames;
- c) **SNOMED-CT**: Nomenclatura sistematizada de medicina humana e veterinária, do inglês Systematized nomenclature for human and veterinary medicine. visando suportar a interoperabilidade semântica entre os sistemas, este padrão será usado na codificação de termos clínicos e mapeamento das terminologias nacionais e internacionais em uso no país.
- d) **TISS (Troca de Informações em Saúde Suplementar)**: Padrão usado para prover interoperabilidade entre sistemas de saúde suplementar.
- e) **HL7 CDA**: Usado para especificar a estrutura e semântica de documentos clínicos para a troca de informações;
- f) **DICOM**: Usado para representar a informação sobre exames de imagens;
- g) **ISBT 128**: Usado na codificação de dados de identificação das etiquetas de produtos relativos ao sangue humano, de células, tecidos e produtos de órgãos;
- h) **Padrão ISO 13606-2**: usado na metodologia de gestão, definição de conhecimento clínico representados por arquétipos e templates;
- i) **IHE-PIX (Patient Identifier Cross-Referencing)**: Usado para o cruzamento de identificadores de pacientes de diferentes sistemas de informação;
- j) **CID, CIAP-2** (Atenção primária de saúde), **TUSS e CBHPM** (Classificação brasileira hierarquizada de procedimentos médicos) e **Tabela de Procedimentos do SUS**. Estas classificações são usadas como suporte para interoperabilidade de sistemas de saúde.

Entende-se que o grande desafio de um RES é tornar-lo interoperável, ou seja, ser capaz de trocar informações com outros sistemas do tipo RES, mesmo que estes tenham sido

construídos em plataformas diferentes, garantindo assim a mesma compreensão da informação nestes diferentes sistemas. Para isto, esses sistemas deverão seguir padrões que possuem regras, terminologias e estruturas bem definidas.

2.2 PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A interoperabilidade é classificada nos seguintes níveis: Sistema, Sintática, Estrutura e Semântica (OUKSEL; SHETH, 1999) . Para esta dissertação iremos considerar apenas os tipos Sintática e Semântica. A interoperabilidade sintática (ou técnica), está relacionado com aspectos tecnológicos com os quais os sistemas trabalham tais como: protocolos, rede de comunicação, interfaces, acessibilidade e segurança. Já a interoperabilidade semântica diz respeito a capacidade dos sistemas trocarem informações e estes compreenderem o mesmo significado, ou seja, compartilhem de um vocabulário comum (OUKSEL; SHETH, 1999). A informação deve ser entendida da mesma forma pelos sistemas envolvidos mesmo que estes sistemas possuam arquiteturas diferentes. Além da compreensão única da mesma informação, uma outra vantagem da interoperabilidade é o uso efetivo da informação armazenada por profissionais de saúde, gestores de saúde e cidadãos detentores dessas informações em seu dia-a-dia, aumentando assim o conhecimento em saúde e provendo melhorias a partir deste conhecimento (WALKER *et al.*, 2005). Devido à grande abrangência e complexidade da área da saúde, existe um conjunto de padrões que visa a interoperabilidade entre sistemas de informação em saúde. Cada um destes padrões possui características e finalidades próprias que diferem uns dos outros, logo nenhum padrão, isoladamente, é capaz de prover a interoperabilidade em todos os seguimentos da área de saúde (HAMMOND; CIMINO, 2001). Um padrão é produzido por entidades governamentais ou grupo organizacionais. Há quatro maneiras de se produzir um padrão (HAMMOND; CIMINO, 2001):

- **Ad hoc:** acordo entre grupos ou organizações (ex. CBHPM);
- **De fato:** Pela força do mercado (ex. Sistema Operacional Windows da Microsoft entre o final do século passado e o começo do atual);
- **Mandatário:** (Governamental): uma agência governamental cria um padrão e uma legislação estabelecendo o seu uso (ex. TISS);
- **Consenso:** ISO, ABNT, HL7, etc.

A seguir será abordado a Arquitetura SOA, bem como seu protocolo de serviço web SOAP. Este protocolo usa o padrão XML para o formato de mensagens, além disso, usa método

de transporte genérico para envio de mensagens. Estes métodos podem ser SMTP, JMS (Java Messaging Service) ou qualquer outro protocolo de transporte de mensagem. No entanto, possui como desvantagens a prolixidade no uso de XML, tornando-se lento em muitos casos (ROZLOG, 2010).

A outra abordagem será o protocolo REST, que está sendo bastante usado e bem aceito nas aplicações web. Este protocolo possui como vantagens a simplicidade de entender, a facilidade de implementar e o aproveitamento da infraestrutura web existente, tornando-se bem mais rápido do que o SOAP (ROZLOG, 2010).

2.2.1 Web Services e o Protocolo SOAP

Web service ou serviço web é uma solução de integração de sistemas disponibilizada através da internet que pode ser usada em qualquer lugar, cuja finalidade é a comunicação entre aplicações diferentes (MARZULLO, 2009). São serviços que torna possível a troca de mensagens de uma aplicação que precisa se comunicar com outra aplicação diferente no ambiente web. Em um lado existe o solicitante do serviço (muitas vezes chamado de cliente) que envia requisições com dados bem definidos para outra aplicação processar e responder. Essa comunicação pode ser síncrona (requer um sincronismo, ou seja, uma resposta para dá continuidade no seu processamento) ou pode ser também assíncrona (não requer sincronismo). Algumas vantagens desses serviços são (ERL, 2004):

- Agilidade nos processos das empresas;
- Eficiência na comunicação envolvendo as cadeias de produção e logística;
- Comunicação de dados de forma dinâmica, segura e sem a intervenção humana; Os web services são usados para interação entre serviços na web e identificados por URI (Uniform Resource Identifier - usando para identificar um recurso na web) e ainda envolvem um conjunto de tecnologias que são:
- Protocolo http: navegação e transmissão de dados na internet;
- XML (eXtensible Markup Language): formato padrão para troca de informações na internet, usando tags para separar tais dados. É a base para a construção de serviços webservices, na qual fornece a descrição, o armazenamento e o formato padrão para troca de mensagens através dos webservices na web e para construção de tecnologias que dispõem tais serviços;
- SOAP (Simple Object Access Protocol): Protocolo que disponibiliza uma estrutura padrão

de encapsulamento e transmissão de dados XML na web;

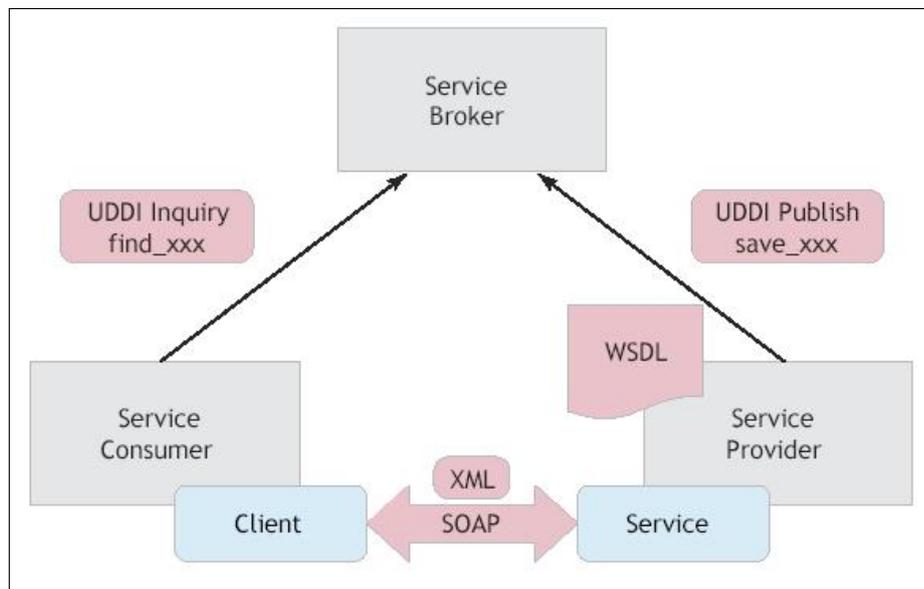
- WSDL (Web Service Description Language): padrão baseado em XML usando para descrever a forma padronizada de interface de um web service;
- UDDI (Universal Description Discovery and Integration): Descreve um registro mundial de serviços para publicar e descobrir serviços web;

A figura 1 apresenta, graficamente, esses serviços onde uma aplicação cliente chamada Service Consumer (Serviço Consumidor ou Solicitante) invoca um serviço através do protocolo SOAP ao Servidor Service Provider (Provedor de Serviço). O SOAP encapsula um método (que contém nome, endereço e argumentos). Esses dados são formatados em XML com determinados regras e enviados, geralmente, via protocolo http ao destinatário, sem impor nenhuma semântica no modelo de programação e nem na implementação. Com isso o SOAP foi bem aceito pois permite que aplicações que foram construídas com tecnologias diversas e funcionam em plataformas diferentes possam trocar dados entre si. Já o WSDL descreve os serviços e mensagens XML oferecidos e disponibiliza para o requisitante (Cliente) e para o requisitado (Servidor), e ainda valida as chamadas dos métodos. Essas descrições são armazenados em um Corretor de Serviço (Service Broker). Enquanto que o UDDI organiza e registra os web services. Os registros UDDI são de três tipos: (1) informações de cada organização como nome, endereço e contato; (2) informações de organizações e serviços por categorias de serviços; (3) informações técnicas sobre os serviços providenciados pelas organizações. E as funções principais também são três: (1) Publicação que permite uma organização divulgar seus serviços; (2) Descoberta permite que uma aplicação possa encontrar o serviço que deseja requisitar; (3) Ligação permite que a aplicação, após encontrar o serviço, estabeleça uma conexão e interaja com tal serviço. Como podemos observar na figura o UDDI atua diretamente sobre o corretor de serviço (Service Broker) (MARZULLO, 2009).

2.2.2 Padrão SOA (Service Oriented Architecture)

Arquitetura SOA nasceu de estudos das empresas Microsoft e IBM por volta dos anos 2000, para implementar serviços de web service (MARZULLO, 2009). A Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) é um modelo de planejamento de estratégia da área de tecnologia da informação (TI) que pode ser aplicado em uma organização buscando o alinhamento direto de seus negócios. Esta ligação permite expor as funcionalidades das aplicações nos serviços inter relacionados e padronizados (MARÉCHAUX, 2006). Uma determinada corporação que tem

Figura 1 – Conexão web usando o protocolo SOAP.



Fonte – W3C, 2016

diversos departamentos, sendo que cada um destes pode ter vários sistemas de informação com características e plataformas diferentes, precisa integrar e/ou interoperar seus serviços e negócios com agilidade e simplicidade para atender com eficiência a demanda do mercado de trabalho. Normalmente, cada departamento “enxerga” muito bem suas tarefas, porém as pessoas não visualizam bem que estas tarefas fazem parte de um processo bem mais amplo, que geralmente começa em uma área e termina em outra. Daí a nasce a necessidade de implementar o SOA como estratégia de negócio em ambientes corporativos dessa natureza, pois a arquitetura SOA tem por objetivo integrar aplicações, suportar serviços de diversas plataformas e protocolos diferentes e ainda flexibilizar mudanças. Em Resumo, SOA é um conceito de arquitetura que oferece inovação, na qual exige mudanças e ainda capacidade de integrar diversas aplicações que vai impactar na melhoria dos processos de uma organização e no seu ambiente de negócios, (MARÉCHAUX, 2006). É importante ressaltar que a arquitetura SOA Não é: "Um produto"; "Um framework"; "Um software"; "Uma metodologia"; "Um web service"; "Um middleware"; "solução de negócio

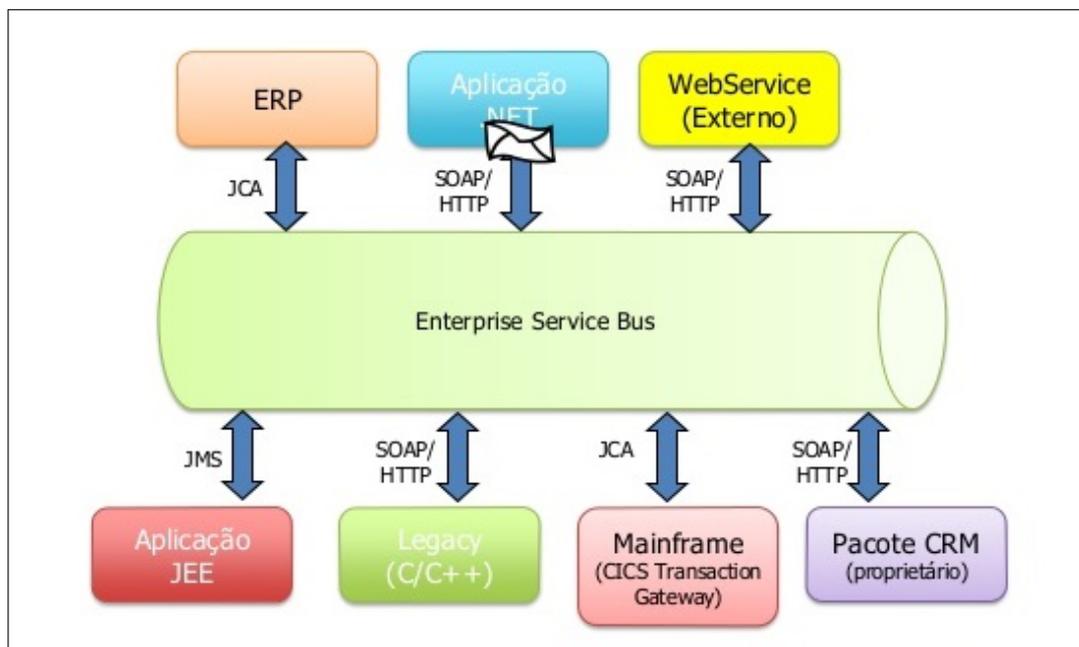
;

2.2.3 Barramento ESB (Enterprise Service Bus)

A arquitetura SOA oferece componentes de serviços que possibilita a integração de negócios de uma organização por meio da tecnologia da informação, e que as vantagens

são: agilidade para atender novas demandas, flexibilidade nas mudanças, redução de custos e reúso dos serviços (ERL, 2004). O principal componente do SOA é o barramento de serviços corporativos (ESB - Enterprise Service Bus), conforme mostra a figura 2. Ele disponibiliza as funcionalidades para implementar a arquitetura e ainda oferece uma camada de abstração acima de um sistema de mensageria para integração das aplicações (ERL, 2004).

Figura 2 – Barramento ESB (Enterprise Service Bus)



Fonte – ERL, 2004

São diversas as vantagens oferecidas pelo padrão SOA, dentre elas podemos citar: abstração, padronização, interoperabilidade, integração, robustez, segurança, flexibilidade, alinhamento com o negócio da empresa, manutenibilidade, reutilização, governança e produtividade, (ERL, 2004).

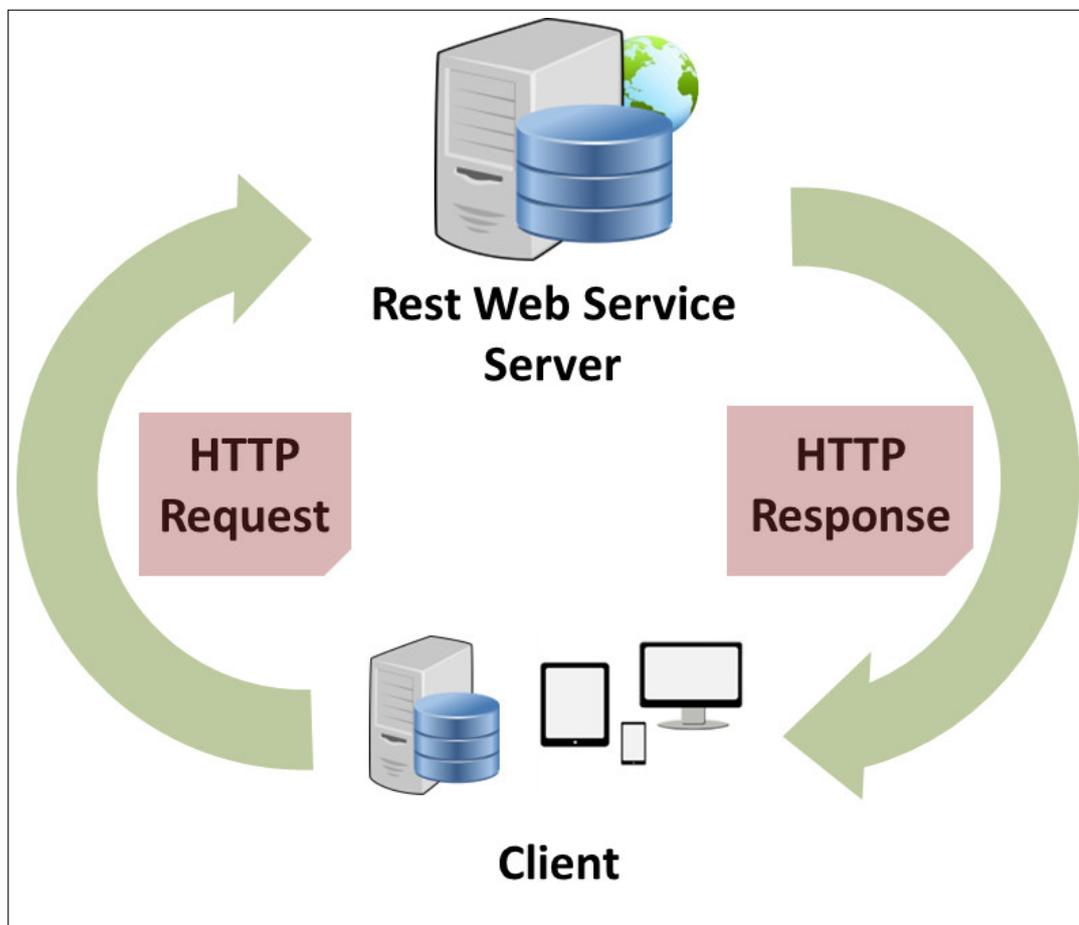
É importante reforçar que o Datasus (Departamento de informática do SUS) do Ministério da Saúde implementou e, atualmente, utiliza este barramento para integrar e/ou interoperar suas aplicações web de informática em saúde no ambiente corporativo interno e externo (aplicações das Secretarias Estadual e Municipal de todo o Brasil). (MARZULLO, 2009).

2.2.4 Protocolo REST

O termo REST (REpresentational State Transfer) ou Transferência de Estado Representacional vai além de um protocolo, é um estilo arquitetural de alto nível possuindo um

conjunto de regras, funcionando sobre o protocolo http (FIELDING, 2000). Este protocolo usa um conjunto de recursos web como o URI (Identificar de Recursos Uniformes). A a figura 3 apresenta um cenário da atuação do protocolo REST, na qual há uma comunicação do tipo Cliente-Servidor, em que a aplicação Client (Cliente - consumidor de serviço) envia um Request http (requisição por meio do protocolo http) a um Rest Web Service (provedor de serviço web que implementou o REST). Em seguida, o servidor recebeu a requisição e processa a mesma e depois a devolve em uma resposta (HTTP Response) para quem a requisitou, que neste caso foi o cliente consumidor.

Figura 3 – Modelo de Arquitetura do REST



Fonte – Marzullo, 2009

O REST define como usar, adequadamente, o protocolo http e o URI. A ideia é que o usuário, usando os princípios REST, possa explorar a arquitetura web e seus benefícios. Os cinco princípios web definidos pelo REST são (FIELDING, 2000):

- **Dê um identificador a todas as coisas (recursos):** Em um sistema web, há um conjunto de abstrações chave que precisam ser identificadas. E como será essa identificação? Será

por meio de um ID (Identificador único) que na web é chamado de URI (Identificador de Recursos Uniforme). URIs constituem um namespace global, logo usar este identificador web o sistema está identificando seus recursos com ID único e global. A grande vantagem de ter um esquema de nomes consistentes é que o construtor do sistema não precisa criar seu esquema próprio, pois o mesmo já foi criado, definido e liberado para uso com segurança e com entendimento de todas pessoas envolvidas seguindo um conjunto de regras. O quadro1 mostra um exemplo com URI em que temos quatro esquemas de nomes relacionados a um processo de compra de um certo produto. A primeira linha corresponde a uma ID de determinado cliente (customers), já a segunda linha mostra a ID de um pedido (orders), enquanto que a terceira linha nos apresenta a ID de um produto (products) e na quarta linha nos mostra a ID de um processo de pagamento (processes) (SAUDATE, 2014).

Quadro 1 – Exemplo de Identificador de Recursos

```
http://example.com/customers/1234
http://example.com/orders/2007/10/776654
http://example.com/products/4554
http://example.com/processes/salary-increase-234
```

Fonte – Saudate, 2014

O exemplo apresentado anteriormente no quadro1 é fácil de entender, uma vez que foi feito para seres humanos entenderem.

- **Vincule as coisas (recursos):** A vinculação de recursos na internet são feitas através de links. Estes podem ligar um cliente a vários recursos espalhados na web e provocar uma mudança de estado, em que uma aplicação poderá acessar recursos hipermídia em outra aplicação ou em um servidor qualquer na internet. O quadro2 apresenta um fragmento de código XML em que há uma referência do produto (products) e do cliente (customer), usando um esquema de nome global e links para realizar a vinculação entre estes recursos, onde cada um possui um URI específico (SAUDATE, 2014).

Quadro 2 – Vinculação de Recursos (links)

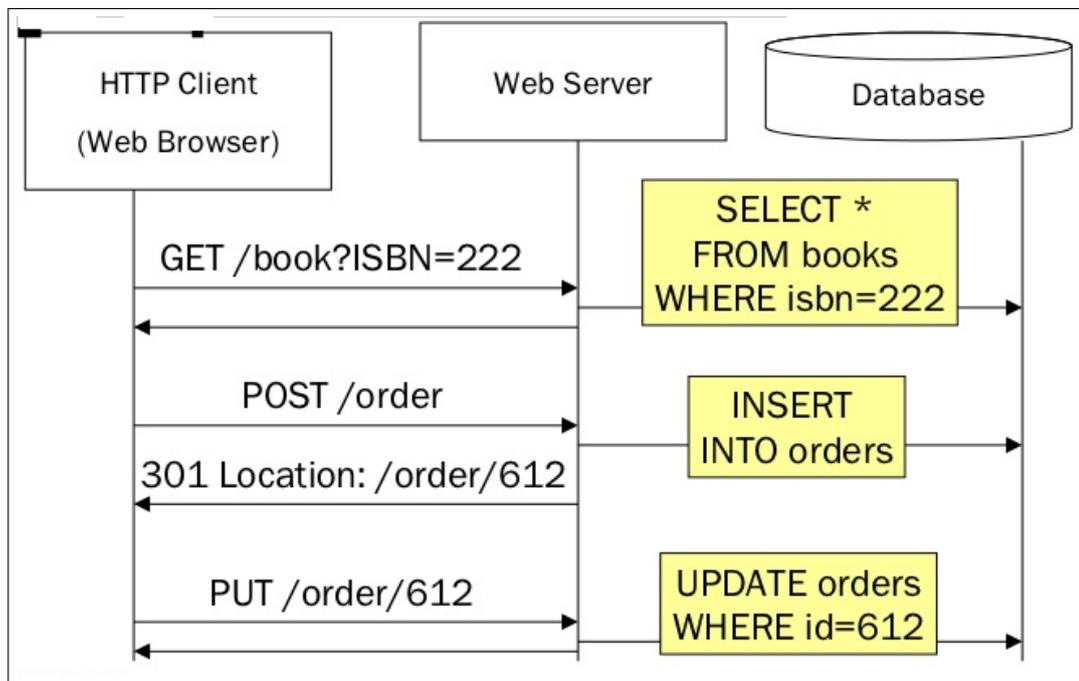
```
self="http://example.com/customers/1234»
  <amount>23</amount>
  <product ref="http://example.com/products/4554»</product>
  <customer ref="http://example.com/customers/1234»</customer>
</order>
```

Fonte – Saudate, 2014

Pode-se observar que cada coisa (recurso) está sendo referenciado usando esquema de nomes e URI para identificação.

- **Utilize métodos padronizados:** O REST atua sobre o protocolo HTTP e utiliza o URI. Isso permite a vantagem de usar toda a estrutura de recursos da web. Com isso todos os recursos usam a mesma interface e o mesmo conjunto de métodos (operações). As operações principais do REST são: GET (é um método para envio de requisição de recurso, um pedido vindo de uma aplicação A para uma aplicação B ou para um Servidor web), POST (é um método usado para criar um novo recurso), PUT (é um método usado para atualizar um recurso) e DELETE (método usado para remover um recurso). Estas operações são do tipo CRUD (Create - Read - Update - Delete), que são funcionalidades básicas de um programa: Criar, Ler/Acessar, Atualizar e Remover dados durante sua manipulação. Isso garante que qualquer aplicação que implemente o protocolo HTTP possibilita interagir com uma outra aplicação web que implementou os serviços REST (SAUDATE, 2014). Na figura4, pode-se observar que uma aplicação cliente (HTTP Client) envia uma requisição por meio de um browser para o servidor web (Web Server), que é representada pelo comando GET (GET /book?ISBN=222). Em seguida, esse comando é traduzido para uma linguagem padrão de banco de dados - SQL (Strutured Language Query - Linguagem de consulta e manipulação de banco de dados relacionais), que faz uma busca na base de dados armazenada. A consulta é simplesmente buscar um livro com código ISBN igual a 222. Depois há uma resposta para o cliente. Depois é criado um novo pedido e inserido na base dados e em seguida é respondido para o cliente com o número do pedido. Dando seguimento, o pedido é atualizado na base de dados e a operação é concluída. Uma vantagem desse serviço é que o GET suporta caching (armazenamento temporário local) de forma muito sofisticada e eficiente, em que alguns casos não é necessário novas requisições (SAUDATE, 2014).
- **Recursos com múltiplas representações:** O protocolo HTTP permite uma separação entre as atribuições de quem manipula os dados (geralmente um servidor) e quem invoca uma operação (geralmente uma aplicação cliente). Um certa aplicação que usa um formato de dados específico é capaz de usar qualquer recurso na web, caso esteja naquele mesmo formato. Acontece que em um ambiente web, os dados são representados de diversas formas. Porém, como uma aplicação poderá se comunicar com outra usando um formato de dados diferentes uma da outra? A solução seria que cada aplicação web “conhecesse” um conjunto de formato de dados bastante usuais na web, tais como HTML e XML,

Figura 4 – CRUD - Serviços da Arquitetura do REST



Fonte – Saudate, 2014

e ainda trabalhasse bem com o protocolo HTTP. Isso iria garantir uma comunicação `HttpRestFul`, ou seja, uma aplicação que implementa os princípios do protocolo REST usando os recursos disponibilizados pelo HTTP. Esta aplicação conseguiria se comunicar com qualquer aplicação no mundo de forma bem significativa.

- Comunicação sem estado:** A comunicação sem estado no REST não significa que a aplicação que se conecta ao um servidor possa se manter sem estado, mas sim obriga que o estado passe a ser o estado do recurso ou que se mantenha na aplicação cliente. Neste princípio, um servidor não deve guardar um estado de comunicação de uma aplicação qualquer. A razão para tal fato é que um servidor web pode, em pouco tempo, atender a muitas solicitações de aplicações clientes e se o mesmo mantivesse o estado de comunicação, perderia muito desempenho. Esse princípio atesta a agilidade e a escalabilidade que o protocolo REST possui como grande vantagem no seu uso.

2.3 PADRÕES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE

Durante esta pesquisa foi feito um estudo sobre os vários padrões da área de informática em saúde, dentre estes foram destacados os principais padrões nacionais e internacionais, conforme estão descritos a seguir.

2.3.1 padrão TISS (Troca de Informação em Saúde Suplementar)

Em 2000, por iniciativa do Ministério da Saúde (MS), foi criado o Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde (CNES) que definiu a identificação dos profissionais e estabelecimento de saúde. Já em 2001 foi criado o Cartão Nacional de Saúde (CNS) que visa a identificação unívoca de pacientes em nível nacional. Estes projetos foram fundamentais para referenciar um marco de registro de atendimento. Além disso entidades como a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), o Conselho Federal de medicina (CFM), a Agencia Nacional de Saúde Suplementar (ANS) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vêm somando esforços e contribuindo para criação padrões, regulamentação e estudos que objetivam a integração de RES em todo o País (DIAS, 2011). O padrão TISS (Troca de Informação em Saúde Suplementar) é um padrão nacional definido pela Agencia Nacional de Saúde Suplementar – ANS para o registro e a troca de dados entre as operadoras de planos privados de assistência à saúde e prestadores de serviços de saúde. O padrão TISS visa a compatibilidade e interoperabilidade funcional e semântica para os sistemas de saúde independentes, a fim de avaliação de assistência à saúde em caráter clínico, epidemiológico e administrativo, resultando na orientação de seu planejamento no setor (DIAS, 2011). Com este padrão foi criado a sua terminologia denominada Terminologia Unificada de Saúde Suplementar (TUSS).

2.3.2 Padrão HL7

HL7 representa um conjunto de protocolos internacionais usados para troca de dados eletrônicos nos sistemas de informação de saúde (SIS), integrando tanto dados clínicos como dados administrativos, (SIMBORG, 1988). Foi desenvolvido, originalmente, por Donald W. Simborg, em 1977 nos Estados Unidos. Dez anos depois foi criada a Fundação HL7, sediada nos Estados Unidos, que atualmente desenvolve, controla, atualiza e gerencia os protocolos de seu portfólio e faz sua divulgação e treinamentos através de fundações filiadas presentes em muitos outros Países do mundo (SIMBORG, 1988). O HL7 (Health Level Seven) é uma referência a sétima camada do modelo OSI/ISO, conhecida por camada de aplicação. Isso significa que este padrão atua sobre os protocolos da camada de aplicação para o domínio de cuidados de saúde, sem se preocupar com as camadas inferiores (KONCAR, 2005). Em resumo, este protocolo faz uma tradução das mensagens na troca de informações entre os sistemas de saúde. Em seguida iremos descrever os principais protocolos HL7 usados no mundo.

2.3.2.1 Padrão HL7 V2.x.

As versões 2.x. são compostas por: 2.0 publicada em 1988; 2.1 publicada em 1990; 2.2 publicada em 1994 e em junho deste mesmo ano a HL7 torna-se membro certificado da ANSI - American National Standards Institute; 2.3 publicada em 1997 e 2.4 publicada em 2000. São as mais usadas no mundo, especialmente a versão 2.3, onde as funcionalidades sobre a troca de informações já estão bem estabelecidas. Elas suportam a prática clínica, a entrega e a avaliação dos serviços de saúde (PETRY; LOPES; WANGENHEIM,). No entanto, existem várias restrições desta versão que são consideradas como desvantagens, tais como:

- Processo de integração é complexo e moroso;
- Algumas especificações permitem interpretações distintas, provocando ambiguidades;
- Demasiadas opções;
- Falta de suporte a novas tecnologias, tais como:

Tecnologias Web;

Tecnologias Orientadas a objetos;

XML - Extensible Markup Language;

Segurança da informação.

2.3.2.2 Padrão HL7 V3.x

O padrão HL7 V3 representa uma nova atualização da versão 2.x, composto por um rico conjunto de atributos que visa suprir as carências da versão anterior, como suporte a web. A comunicação no HL7 V3 está ocorrendo atualmente através da Infraestrutura de Mensagens (IM). A criação de mensagem envolve as especificações de interação RIM (Reference Information Model) e V3. A mensagem HL7 V3 adquire uma estrutura composta antes de ser transmitida, ou seja, está envolvido em dois invólucros, por exemplo: "Controlar Agir Envolver" e "Transmissão Controle Envolver". A mensagem composta é então transmitida usando MLLP, Protocolos de serviços ebXML ou web. Este padrão possui ainda outras versões como o HL7 RIM e CDA, abordados em seguida (ALAM *et al.*, 2011).

2.3.2.3 Padrão HL7 RIM

O padrão HL7 RIM (Reference Information Model) ou Referência do Modelo de Informação, advindo na versão 3 do HL7 em 2005, foi desenvolvido para ter os seguintes

atributos: credível, claro, compreensivo, conciso, consistente, extremamente estável e aplicável universalmente. O padrão HL7 RIM define uma estrutura de dados normativa de classe, incluindo por exemplo atos e regras, proporcionando uma visão coerente dos dados a serem trocados assim como das relações entre os diferentes tipos de dados. Assegurando assim, que as mensagens sejam consistentes e que na prática sejam utilizáveis pelas aplicações comunicantes. Esta abordagem produz um número maior de eventos e de formatos de mensagens, mas permite a obtenção de mensagens mais precisas, isto é, com poucas opcionalidades. O objetivo principal dessa abordagem será produzir objetos consistentes e a sua representação através de mensagens (HASMAN *et al.*, 2006).

2.3.2.4 Padrão HL7 CDA

O HL7 CDA (Clinical Document Architecture) ou Arquitetura de Documento Clínico é um padrão de marcação de documento que especifica a estrutura e a semântica de um documento clínico (como um resumo de alta), objetivando a troca desses dados. Um documento CDA é um objeto de informação definido e completo que pode incluir textos, imagens, sons e outros conteúdos multimídia. Ele pode ser transferido dentro de uma mensagem e pode existir de forma independente, fora da mensagem de transferência. Os documentos CDA são codificados em Extensible Markup Language (XML), e eles derivam o significado processável da máquina da RIM (Reference Information Model), juntamente com a terminologia clínica, como o SNOMED CT. Permite ainda uma representação formal de declarações clínicas (como observações, administrações de medicamentos e eventos adversos), de modo que possam ser interpretados e atualizados por um computador. Para facilitar sua adoção, este padrão fornece um mecanismo que simplesmente enrola um documento não XML com o cabeçalho CDA ou cria um documento com um cabeçalho estruturado e seções contendo apenas conteúdo narrativo, proporcionando um mecanismo para a interoperabilidade semântica incremental (DOLIN *et al.*, 2006).

2.3.3 HL7 FHIR

O FHIR é o mais novo padrão pertencente ao renomado conjunto de padrões HL7. Este padrão representa uma atualização dos padrões da HL7 V3 que vinham sofrendo críticas da comunidade mundial (BENDER; SARTIPI, 2013). A base de construção do FHIR é o recurso. Todo o conteúdo manipulável é definido como um recurso. Os recursos compartilham o seguinte

conjunto de características:

1. Uma maneira comum de definir e representá-los, criando-os a partir de tipos de dados que definem padrões reutilizáveis comuns de elementos;
2. Um conjunto comum de metadados;
3. Uma parte legível por humanos;

Os recursos do FHIR visam definir o conteúdo e a estrutura da informação para o conjunto de informações básicas compartilhado pela maioria das implementações. Este padrão visa simplificar a implementação sem sacrificar a integridade da informação. Ele aproveita os modelos lógicos e teóricos existentes para fornecer um mecanismo consistente, fácil de implementar e rigoroso para a troca de dados entre os aplicativos de saúde (MANDEL *et al.*, 2016). O FHIR possui mecanismos internos de rastreabilidade para o HL7 RIM e outros modelos importantes de conteúdo. Isso garante o alinhamento aos padrões e práticas recomendadas previamente definidos pelo HL7, sem exigir que o implementador tenha conhecimento íntimo do HL7 RIM ou de qualquer derivações HL7 v3. A filosofia do FHIR é construir um conjunto básico de recursos que, por si mesmos ou quando combinados, satisfaçam a maioria dos casos de uso comum. Com o FHIR, casos de uso específico geralmente são implementados combinando recursos juntos através do uso de referências de recursos. Embora um único recurso possa ser útil por si só para um caso de uso específico. É comum que os recursos sejam combinados e adaptados para atender aos requisitos específicos do caso de uso. Dois tipos especiais de recursos são usados para descrever como os recursos são definidos e usados:

- **Declaração de Capacidade** - Descreve as interfaces que uma implementação expõe para troca de dados;
- **Definição de Estrutura** - Fornece regras adicionais que servem para restringir a opcionalidade, cardinalidade, ligações de terminologia, tipos de dados e extensões definidas nos recursos utilizados pela implementação;

A especificação FHIR é dividida em um conjunto de módulos que envolvem diversas áreas, tais como: medicamentos, diagnósticos, administrativo, financeiro, clínico, terminologias, segurança e privacidade, etc. Todos estes módulos possuem um conjunto de recursos reusáveis.

O FHIR é compatível com as versões HL7 v2, HL7 v3 e HL7 CDA. Além disso, usa formato padrão XML e JSON e tem especificação para o uso protocolo REST (MANDEL *et al.*, 2016).

2.3.4 IHE-PIX/PDQ: (Integrating the Healthcare Enterprise / Patient Identifier Cross Referencing)

O padrão IHE/PIX, Também chamado de perfil PIX Integração, possibilita que múltiplas aplicações distribuídas possam resolver e fornecer a identificação unívoca de um paciente, a partir de fontes que conhecem esse paciente por diferentes identificadores, a outros sistemas que estão conectados, na qual tenha solicitado tal serviço. O processo de referência cruzada sobre o identificador de pacientes é feito em um domínio local e fornecido a outros domínios. Com esse processo é possível correlacionar informações sobre um determinado paciente entre os vários sistemas de saúde. O perfil PIX usa o padrão HL7 V3 como formato de mensagem e os serviços web baseado no protocolo SOAP para transporte de mensagem. Vale ressaltar que a interoperabilidade entre SIS diferentes inicia com a tarefa de identificação do paciente (MOEHRKE, 2010). Já o padrão IHE/PDQ (Patient Demographics Query) possibilita maneiras a várias aplicações distribuídas consultar informações demográficas de pacientes em um servidor central, com base em critérios definidos pelo usuário, e recuperar tais informações demográficas diretamente na aplicação que solicitou o serviço. A exemplo do perfil PIX, o PDQ também usa o padrão HL7 V3 como formato de mensagem e os serviços web baseado no protocolo SOAP para transporte de mensagem (MOEHRKE, 2010). É importante ressaltar que o DATASUS utiliza em sua estrutura de interoperabilidade entre sistemas de saúde estes padrões (IHE/PIX/PDQ). Especificamente para cruzar informações de pacientes entre os diversos sistemas internos tais como: SIM, SINASC, SINAN, etc. Com a finalidade de identificar estes pacientes e consultar suas informações demográficas. Como também interoperar com os diversos sistemas externos tais como: Sistema de Regulação, Sistema de Assistência Farmacêutica, Sistema do tipo RES, etc. Estes sistemas podem ser de secretarias de saúde estadual e municipal. Este processo é realizado por meio do barramento SOA-SUS (Arquitetura Orientada a Serviço) para o acesso ao CNS (Cartão Nacional de Saúde). (SILVA; JUNIOR,).

2.3.5 Padrão SNOMED CT (CLINICAL TERMS)

O SNOMED-CT - *Nomenclatura Sistematizada de medicina humana e veterinária - Termos Clínicos*, (em inglês Systematized nomenclature for human and veterinary medicine - Clinical Terms). É uma terminologia clínica controlada para uso em Registros Eletrônicos de Saúde (DONNELLY, 2006). Foi desenvolvida nos EUA e Reino Unido pelo Colégio Americano de Patologistas (EUA) e pelo NHS-National Health Service (UK), inicialmente SNOMED. Poste-

riormente foi feito um acordo entre CAP e NHS para fusão de seus produtos gerando uma única terminologia - SNOMED-CT- que se tornou mais complexa com múltiplas possibilidades para codificar expressões. Atualmente a SNOMED CT é administrada pela IHTSDO - International Health Terminology Standards Development Organization, uma organização internacional, sem fins lucrativos, localizada na Dinamarca. O uso de uma terminologia clínica é essencial para a construção de um Registro Eletrônico de Saúde (RES) que permita seu uso efetivo na assistência. Cada conceito codificado está ligado a diversos conceitos relacionados, tanto por meio de hierarquias multiaxiais (relações “é um”) quanto de definições lógicas (atributos). Assim, o SNOMED-CT traz diversos benefícios que serão agregados em um RES, beneficiando tanto o seu uso na assistência individual dos pacientes com informações adequadas, integração com diretrizes clínicas, sistemas de apoio a decisão e troca de informações relevantes entre diferentes profissionais assistenciais quanto em cuidados populacionais, pesquisas e monitoramento de doenças. Permite ainda melhor gestão dos recursos com redução de riscos, mais segurança e qualidade aos pacientes, por meio de análises de custo-efetividade mais precisas (DONNELLY, 2006).

2.3.6 CID 10 - Classificação Internacional de Doenças (Décima Revisão)

Uma classificação de doenças pode ser definida como um sistema de categorias para as quais as entidades mórbidas são alocadas de acordo com critérios estabelecidos e, como tal, não foi preparada nem é adequada para indexar as entidades clínicas distintas (SAÚDE, 1994). Este padrão tem sua origem nos trabalhos sobre classificação de doenças feita por Willian Farr e Marc dEspine apresentadas no Primeiro Congresso Internacional de Estatística realizado em Bruxelas em 1853 . Desde então, tem evoluído com inclusão de novas categorias, tais como:

- **Farr/dEspine** - 1853 => 139 categorias
- **CID1** - 1900 => 179 categorias
- **CID10** - 1993 => 1.967 categorias principais e 10.468 subcategorias (CID10-M 14.473)

Está prevista para 2018 o lançamento da décima primeira revisão (CID 11), sendo uma plataforma eletrônica, multilíngue, com a possibilidade de impressão de diversos conjuntos para diferentes propósitos. Como exemplo: linearização para Mortalidade, Morbidade, Atenção Primária. Atualmente esta versão se encontra na versão beta (SILVA; JUNIOR,).

2.3.7 DICOM - DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE

O DICOM é um padrão com uma série de normas que tem por objetivo a manipulação, o armazenamento, a impressão e a transmissão de informações em imagens médica. Para tanto, este padrão utiliza um formato definido de arquivo e um protocolo de rede. O arquivo DICOM pode ser trocado por duas entidades capazes de receber arquivos de imagens e dados de pacientes no formato DICOM. Já a comunicação entre os sistemas será feita por um protocolo a nível de aplicação usando a arquitetura TCP/IP (MILDENBERGER; EICHELBERG; MARTIN, 2002). DICOM permite a integração de scanners, servidores, estações de trabalho, impressoras e hardware de redes de múltiplos fabricantes em um arquivamento de imagens e sistema de comunicação (PACS), sem levar em consideração os fabricantes dos dispositivos. Os diversos dispositivos vêm com declarações de conformidade DICOM que afirmam claramente quais são as classes DICOM suportadas. O DICOM é um sistema aberto, não proprietário, que atua em diversas áreas que necessitam de exames de imagens tais como: radiologia, radioterapia, ressonância magnética, ultrassonografia, mamografia, odontologia, endoscopia, dermatologia, cardiologia, cirurgia guiada por imagem, PACS, etc. (MILDENBERGER; EICHELBERG; MARTIN, 2002). O National Electrical Manufacturers Association (NEMA) detém os direitos autorais deste padrão, que tem sido amplamente adotado por hospitais e ainda está fazendo incursões em aplicações menores, como consultórios médicos e odontológicos.

2.3.8 LOINC - LOGICAL OBSERVATION IDENTIFIERS, NAMES AND CODES

O padrão LOINC é mantido pelo Regenstrief Institute. Este padrão é uma espécie de linguagem global para identificação de testes de laboratório e observações clínicas (MCDONALD *et al.*, 2003). Possui uma grande base de dados com nomes e códigos para identificação de exames de laboratório e testes clínicos. No entanto, os códigos LOINC não definem exames e teste com muitos detalhes de informações, apenas identificam, univocamente, um teste ou observação clínica que as diferem uns de outras (MCDONALD *et al.*, 2003). Qualquer coisa que possa ser medida, testada ou observada em um paciente, no escopo do LOINC, pode ser dividida em duas áreas:

- O laboratório que inclui testes, medidas e observações em amostras. Está dividido em categorias como bioquímica, hematologia, sorologia, microbiologia (incluindo parasitologia e virologia), toxicologia, contagens celulares, sensibilidade antibiótica, etc.;
- Toda a parte de testes e observações clínicas feitas diretamente no paciente e não em

uma amostra retirada dele, ou seja, tudo que não for laboratório, incluindo sinais vitais, hemodinâmica, ultrassom obstétrico, ecocardiografia, estudos radio-lógicos, documentos clínicos, entre outros.

Um exemplo de código de teste LOINC apresentado a seguir. CÓDIGO: COD 806-0:

- a) Nome completo: Leucócitos: NCnc: Pt: LCR: Qn: Manual count;
- b) Nome longo comum: Leukocytes [/volume] in Cerebral spinal fluid by Manual count;
- c) Nome curto: WBC CSF Manual;

2.3.9 NORMA ISO 13606-2

A norma ISO 13606 é um padrão que propõem a interoperabilidade entre os sistemas de saúde, semelhante ao OpenEHR, porém menos completo, mais limitado, em resumo é uma especificação para se tratar apenas extratos de RES. Esta norma incorporou a arquitetura dual do OpenEHR, mas funciona apenas como uma “fotografia” do mesmo em determinado período de tempo (BARCELAR CORREA, 2015). O objetivo desta norma é a interoperabilidade entre RES, para isso ela usa a arquitetura dual na qual o primeiro nível é dito nível de referência. Este nível contém as informações do paciente que serão armazenadas. É composto por um pequeno conjunto de classes, conforme tabela 1, que definem os blocos genéricos de construções de RES. Este modelo especifica a forma como os dados de saúde devem ser agregados para criar estruturas de dados mais complexas e que informação deve acompanhar cada porção de dados de modo que as exigências legais e éticas sejam cumpridas. Tipicamente, um modelo de Referência contem:

- a) Um conjunto de tipos primitivos
- b) Um conjunto de classes que definem os blocos de construção dos EHRs. Qualquer anotação num EHR deve ter uma instância de uma dessas classes.
- c) Um conjunto de classes auxiliares que descreve a informação a ser adicionada a uma anotação de um EHR.

No segundo nível, chamado de modelo de informação, são apresentados os arquétipos, na qual servirão para representar as informações clínicas do paciente em um entendimento semântico, (KALRA, 2006). É a arquitetura adaptada nas especificações para a modelagem do conhecimento. Consiste na definição das “combinações de” e “restrições a” das classes existentes num modelo de referência que são necessárias para expressar um conceito específico em saúde.

Tabela 1 – Arquitetura de Classe da Norma 13606

EHR	Registo eletrônico de uma pessoa
Pastas	Elevado nível de organização de um EHR, p.ex, por episódio, por especialidade clínica
Composições	Sessão de cuidados clínicos ou documento, p.ex uma carta ou um resultado de um teste
Secções	Cabeçalho refletindo o fluxo de trabalho ou o processo de consulta
Entradas	Estado clínico, p. ex: observações, evoluções ou instruções
Clusters	Estruturas de dados agrupados, p.ex: tabelas
Elementos	Dados singulares, p.ex: peso, altura
Dados	Tipos de dados, p.ex: termos codificados, medições com unidades

Fonte – CEN 13606, 2015

Este modelo é composto por três secções principais:

- a) **Cabeçalho:** Contem meta-dados sobre o arquétipo, por exemplo um identificador ou informações de auditoria.
- b) **Definição:** É o local onde o conceito clínico, que representa o arquétipo, é descrito em termos de entidades de referência do modelo.
- c) **Ontologia:** É onde as entidades definidas na secção “definição” são descritas e adicionadas terminologias.

Viu-se que cada padrão possui suas potencialidades, bem como suas áreas de aplicação ou sua finalidade definida. Conforme descrito na portaria 2.073/2011, cada padrão terá seu uso adequado nos sistemas de informação em saúde.

2.4 PADRÃO OPENEHR

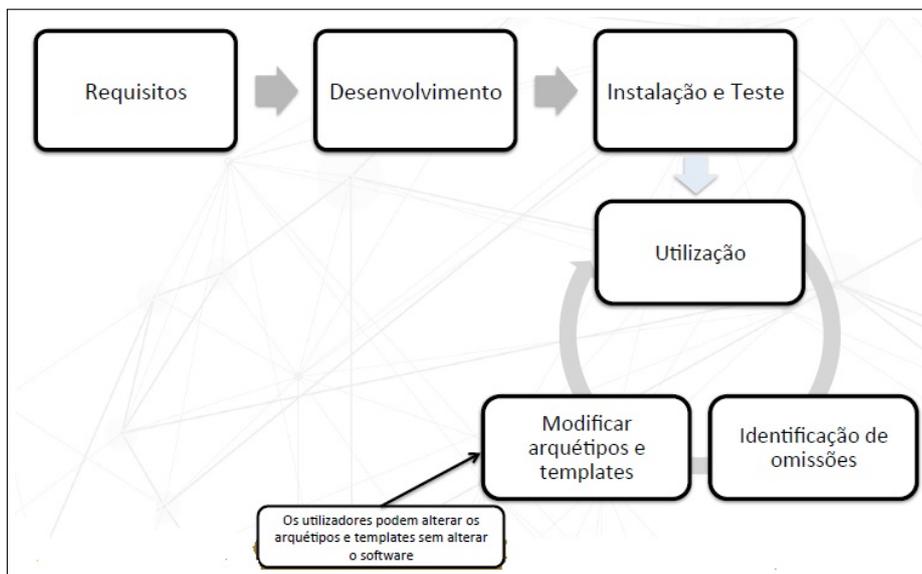
A portaria No 2.073, DE 31 DE AGOSTO DE 2011 do Ministério da Saúde, em seu capítulo 2, trata sobre o Catálogo de Padrões de Informação e define, no item 4.1, a utilização do padrão OpenEHR como modelo de referência para Registros Eletrônicos de Saúde (RES) (BRASIL, 2011b, p.63). Este padrão caracteriza-se por ser um conjunto de especificações e ferramentas livres, que possibilita o desenvolvimento de registros clínicos, de forma modular, baseados na necessidade do usuário e sendo capaz de realizar operações entre si, provendo a interoperabilidade, (BEALE *et al.*, 2007).

2.4.1 Modelo de Desenvolvimento de Software proposto pelo padrão openEHR

A fundação OpenEHR é mantido por uma comunidade virtual que trabalha em prol da interoperabilidade e computabilidade em e-saúde (e-health). O principal objetivo do padrão OpenEHR é permitir a construção de sistemas de RES que possam comunicar-se entre

si sem que haja perda de significado do conteúdo (interoperabilidade semântica). E ainda possam fazer modificações no software, depois de pronto, sem modificar seu código (KALRA; BEALE; HEARD, 2005). Na engenharia de software convencional, tem-se o processo de desenvolvimento padrão, que modifica o código do sistema após uma mudança de requisitos. Conforme apresentado na figura 5, tem-se uma mudança de paradigma, ou seja, com o padrão OpenEHR é possível não mudar o código após detectar omissões nos requisitos.

Figura 5 – Modelo de Desenvolvimento de Software Proposto pelo openEHR



Fonte – OpenEHR, 2015

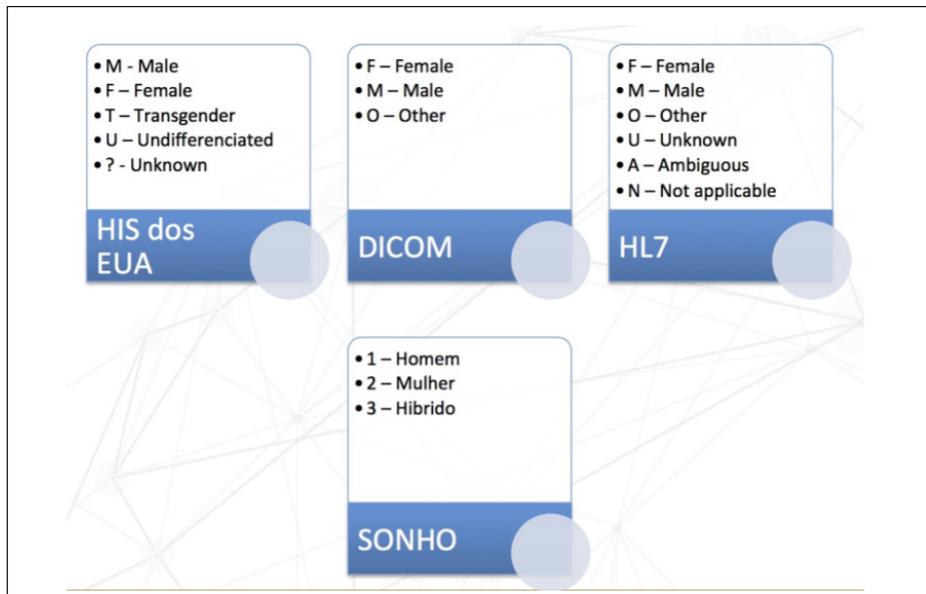
2.4.2 Problemas de Interoperabilidade

A figura 6 apresenta um problema de representação de um atributo "sexo" em diferentes abordagens: a) HIS dos EUA; b) DICOM; c) HL7; d) Mundo ideal. Essa dificuldade em modelar sistemas de saúde são agravadas por mais algumas características: a) bases de dados de prontuários devem ler e gravar dados do paciente de forma rápida; b) devem adaptar-se de forma tempestiva à alteração das necessidades de informação (BEALE *et al.*, 2005).

Nesse contexto, o OpenEHR realiza uma modelagem de fonte única de vários níveis, dentro de uma arquitetura de software orientada a serviços, na qual modelos construídos por especialistas em domínio (profissionais de saúde), estão em sua própria camada delineada por um conjunto de especificações publicadas pela fundação OpenEHR (BEALE *et al.*, 2006).

O padrão OpenEHR é uma arquitetura baseada em dois níveis, que separa o conhecimento técnico (do profissional de tecnologia da informação) e o conhecimento clínico (do

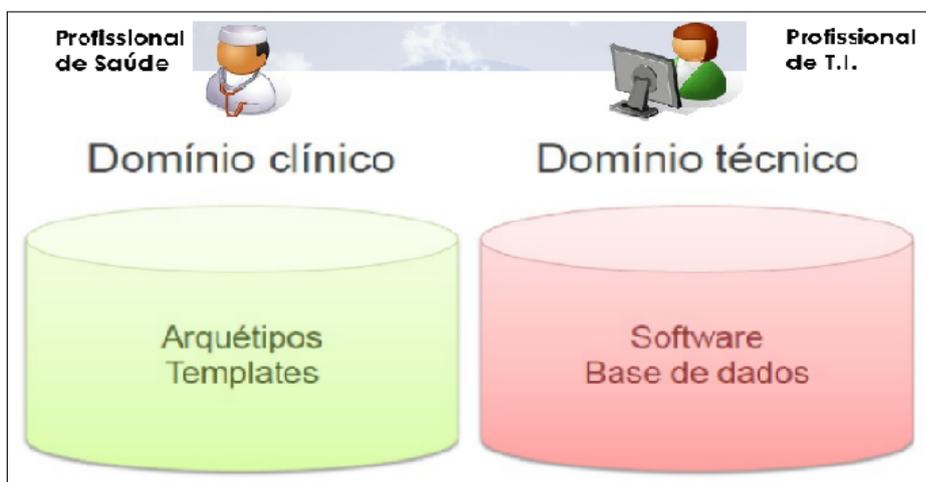
Figura 6 – Problema de Interoperabilidade



Fonte – OpenEHR, 2015

profissional de saúde), conforme mostra a figura 7. A separação da parte dinâmica, conhecimento clínico, dos modelos de dados utilizados nos bancos de dados, conhecimento técnico, elimina grande parte da necessidade de realizar mudanças constantes no software. Com base nisso, os profissionais de saúde passam de meros usuários do sistema para serem protagonistas destes. Além disso, a divisão em níveis permite a criação de sistemas que possuem uma padronização das terminologias e formatos das variáveis no banco de dados, quebrando a barreira da interoperabilidade existente nos sistemas atuais (BEALE *et al.*, 2007). A figura 7 mostra a dual arquitetura proposto pelo OpenEHR.

Figura 7 – Modelo Dual do Padrão openEHR



Fonte – OpenEHR, 2007

2.4.3 Arquétipos OpenEHR

O padrão desenvolvido pela fundação OpenEHR foi proposto visando, sobretudo, permitir a interoperabilidade entre os sistemas de RES. A idéia é representar os conhecimentos clínicos de modo estruturado, mantendo-os como objetos externos ao software. Tais objetos, denominados "arquétipos"(padrões de metadados), representam informações de várias naturezas, padronizado e organizando os dados do domínio de conhecimento (LESLIE, 2007). Por serem mantidos externos aos códigos do sistema, especialistas da área médica podem gerenciá-los de forma mais independente dos analistas de sistemas e especialistas de TI. O objetivo é que os próprios profissionais de saúde representem conceitos complexos, como "pressão sanguínea"ou "histórico de doença familiar", sobretudo através do reuso ou da definição de novos arquétipos. Dessa forma, pode-se claramente definir uma separação importante e crucial para o sucesso do desenvolvimento de soluções de RES, a separação de papéis especializados em suas áreas de atuação:

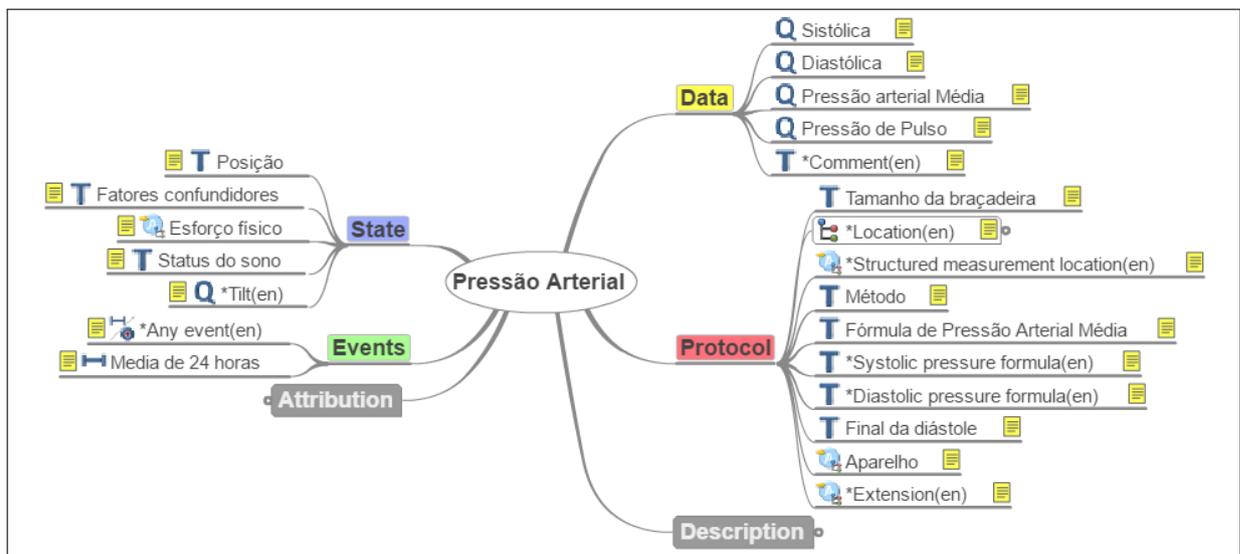
- **Profissionais de saúde:** Definem modelos que descrevem conceitos consensuais; definem modelos de templates que serão utilizados nas unidades de saúde.
- **Profissionais de Tecnologia da Informação:** Desenvolvem softwares que compreendam estes modelos e se ajustem às suas definições; garantem o controle de versões da informação e a capacidade de gestão dos dados.

O padrão OpenEHR possui uma arquitetura multinível (dois níveis), em que o primeiro nível é chamado de nível de referência da informação e será implementado no software por profissionais de TI. Este nível deverá ser extremamente estável. Já o segundo nível é representado por arquétipos, que são representações do conhecimento clínico modelados por especialista de domínios (profissionais de saúde), que normalmente é extremamente flexível. Em geral, o arquétipo é uma representação do conceito clínico (Ex.: Peso, Temperatura e Pressão), na visão do profissional de saúde. Já na visão do profissional de T.I., o arquétipo é um modelo eletrônico computável de um conceito clínico, estruturado e detalhado da forma mais completa possível (LESLIE, 2007). A figura 2 mostra o mapa mental (mind map) do arquétipo “Pressão Arterial - P.A.” para melhor entendimento. Nela pode-se observar que o arquétipo possui cinco atributos que são:

- **Data** - representa os dados clínicos que se deseja armazenar detalhadamente e com precisão. No exemplo apresentado esse atributo armazena o valor da pressão arterial sistólica e diastólica, pressão arterial média e pressão de pulso.

- **Protocolo** - Inclui o método que foi utilizado para medir a PA como a localização, o tamanho da braçadeira, a fórmula da P.A. etc;
- **Descrição** - São anotados informações adicionais sobre a situação do paciente;
- **Estado** - Inclui informações do estado do paciente como a posição do mesmo, esforço físico, etc.;
- **Eventos** - Algum evento que possa ter ocorrido como a média da PA nas últimas 24h.

Figura 8 – Arquétipo da Pressão Arterial - P.A.



Fonte – CKM, 2017

É importante ressaltar que o arquétipo deve ser único, porém o mais completo possível do conhecimento clínico que o mesmo representa (BACELAR; CORREIA, 2015). Para realizar uma consulta no paciente, por exemplo, diversos procedimentos clínicos são tomados, além de aferir a P.A., pode ser registrado também a histórica do paciente (história clínica), exames laboratoriais, prescrição médica, etc. Cada um destes procedimentos são representados por arquétipo. Quanto se tem um conjunto de arquétipos dando sentido um caso clínico, como um prognóstico de uma doença, forma-se uma template (BEALE *et al.*, 2006). Este não necessita de todas as informações descritas nos atributos dos arquétipos, mas precisam conter informações essenciais. Além disso, os arquétipos são reusáveis, ou seja, podemos formar diferentes templates de um conjunto de arquétipo disponíveis. Para prover a interoperabilidade semântica, estes arquétipos e templates são armazenados no CKM (Clinical Knowledge Manager)⁵ ou Gestor de Conhecimento Clínico. A manipulação desses arquétipos é feita por ferramentas de softwares

⁵ CKM: É um repositório online compartilhável de arquétipos e templates, sendo um dos pilares da fundação OpenEHR. Disponível em: <http://www.openehr.org/ckm/>

específica como (Archetype Editor) e depois são mapeados em um linguagem formal como a ADL (Archetype Definition Language) ou formatos XML (eXtensível Markup Language). A figura 9 mostra uma representação de parte do arquétipo P.A. representado em ADL. Algumas informações desta figura são: versão da linguagem, número de identificação, nome, idiomas, autores e organizações. A partir desta representação formal é que o arquétipo ou template poderá ser implementado no software, usando alguns frameworks ou bibliotecas disponíveis pela fundação openehr (BEALE *et al.*, 2006).

Figura 9 – ADL da Pressão Arterial - P.A.

```

archetype (adl_version=1.4; uid=b1506a87-9bf2-4978-9eed-6ceecb0c2be9)
  openEHR-EHR-OBSERVATION.blood_pressure.v1

concept
  [at0000] -- Blood Pressure
language
  original_language = <[ISO_639-1::en]>
  translations = <
    ["de"] = <
      language = <[ISO_639-1::de]>
      author = <
        ["name"] = <"Sebastian Garde, Jasmin Buck">
        ["organisation"] = <"Ocean Informatics, University of Heidelberg">
      >
    >
    ["zh-cn"] = <
      language = <[ISO_639-1::zh-cn]>
      author = <
        ["name"] = <"Chunlan Ma; Lin Zhang">
        ["organisation"] = <"Ocean Informatics; BIPH">
      >
    >
  >

```

Fonte – CKM, 2017

2.4.4 Modelo Ontológico do padrão OpenEHR

O procedimento clínico descrito pelo padrão OpenEHR é representado por um modelo ontológico, que descreve os passos executados pelos profissionais de saúde (BEALE *et al.*, 2006). Como ilustrado na Figura 10, o modelo ontológico do padrão *OpenEHR* é dividido em duas áreas de conhecimento: Administrativo e Clínico, que por sua vez está subdividido em quatro sub-áreas (BEALE *et al.*, 2006):

1. **Observação:** relato de história clínica do paciente (como sintomas e uso de medicamentos).

2. **Opinião ou Avaliação:** avaliação médica e diagnóstico do estado do paciente. Para realizar este processo, o médico baseia-se no conhecimento científico publicado, experiência própria e evidências constatadas.
3. **Instrução:** instrução médica, prescrição de medicamentos ou contraindicação ao paciente.
4. **Ação:** aplicação de medicamentos ou realização de cirurgias. Este passo pode ser realizado com ajuda de outros profissionais da área como enfermeiros e técnicos.

Figura 10 – Modelo Ontológico do Padrão openEHR

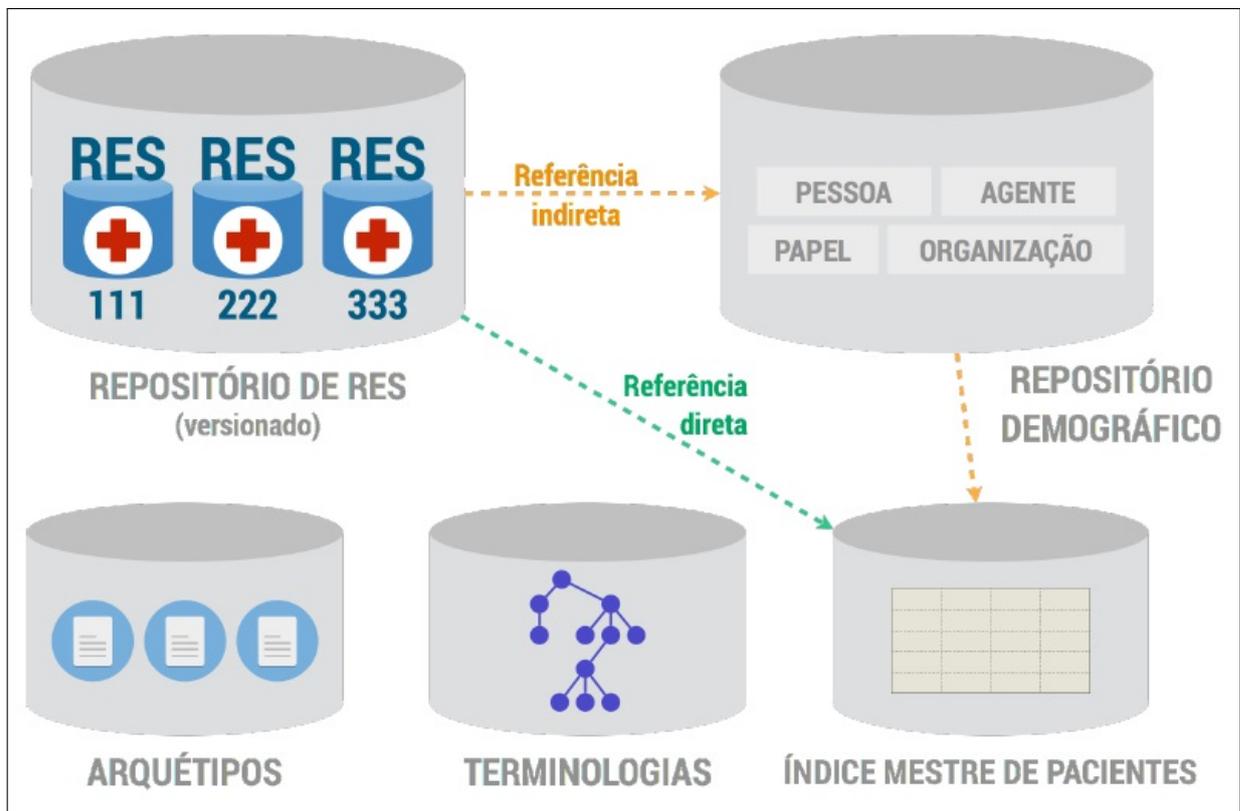


Fonte – OpenEHR, 2016

2.4.5 O sistema RES do OpenEHR

O padrão OpenEHR define o sistema de RES como mostra a figura 11. Os dados clínicos, armazenados no repositório de RES, ficam separados dos dados pessoais e demográficos, que por sua vez, são armazenados no repositório demográfico. Este repositório pode ser na forma de um índice mestre de pacientes (em inglês, Patient Master Index – PMI), que é referenciado diretamente pelo RES. Isto se deve por motivo de segurança, uma vez que se pode acessar o RES, mas não tendo o PMI correspondente, não saberá de quem se trata, pois existe uma referência indireta entre os dados clínicos e demográficos. Os outros repositórios importantes deste sistema são o repositório de arquétipo, onde serão armazenados os arquétipos e templates do sistema, e o repositório de terminologias clínicas associada ao RES, como CID-10 e SNOMED-CT.

Figura 11 – Sistema de RES do Padrão OpenEHR



Fonte – Bacelar e Correia (Traduzido de OpenEHR, 2015)

2.4.6 Modelo Hierárquico da Estrutura do RES OpenEHR

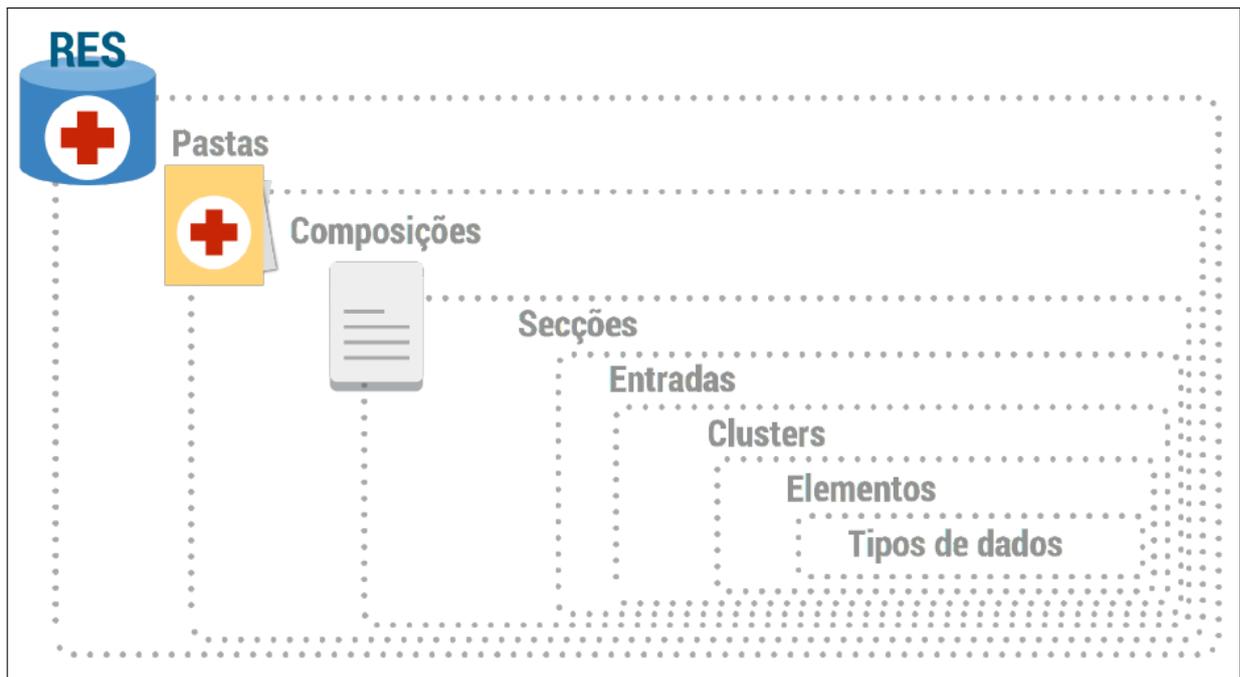
A figura 12 apresenta a estrutura do RES OpenEHR de forma hierarquizada, contendo as estruturas de dados em cada seguimento hierárquico. A seguir serão descritas cada estrutura deste modelo:

- **RES:** Conjunto de estruturas onde contém pastas, subpastas e arquivos relacionados ao RES, como a identificação (id) com informações de versionamento, contribuições, configurações de controle de acesso (Access) e informações do seu estado (Status).
- **Pastas:** Esta hierarquia é opcional, servindo para auxiliar na organização das Composições, como por exemplo organizados por especialidade clínica.
- **Composições:** São documentos clínicos e administrativos associados a uma data e hora (exemplo: resumo de alta).
- **Seções:** Servem como cabeçalhos, servindo para organizar o conteúdo dentro da composição.
- **Entradas:** Conceitos clínicos e administrativos para compor as composições.
- **Cluster:** São elementos relacionados com o mesmo arquétipo, como localização anatômica.

mica.

- **Elementos:** São os dados de entrada no sistema, como pressão sistólica e diastólica.
- **Tipos de dados:** São os tipos de dados mais básicos do sistema, como tipo de dados de medição.

Figura 12 – Estrutura Hierarquizada do RES OpenEHR



Fonte – Bacelar e Correia (Traduzido de OpenEHR, 2015)

2.4.7 Arquitetura em Camadas do Padrão openEHR

A arquitetura em camadas do padrão OpenEHR possui cinco níveis e pode ser usada em qualquer sistema do tipo SIS (KALRA; BEALE; HEARD, 2005). Esses níveis são descritos de baixo para cima, conforme a seguir:

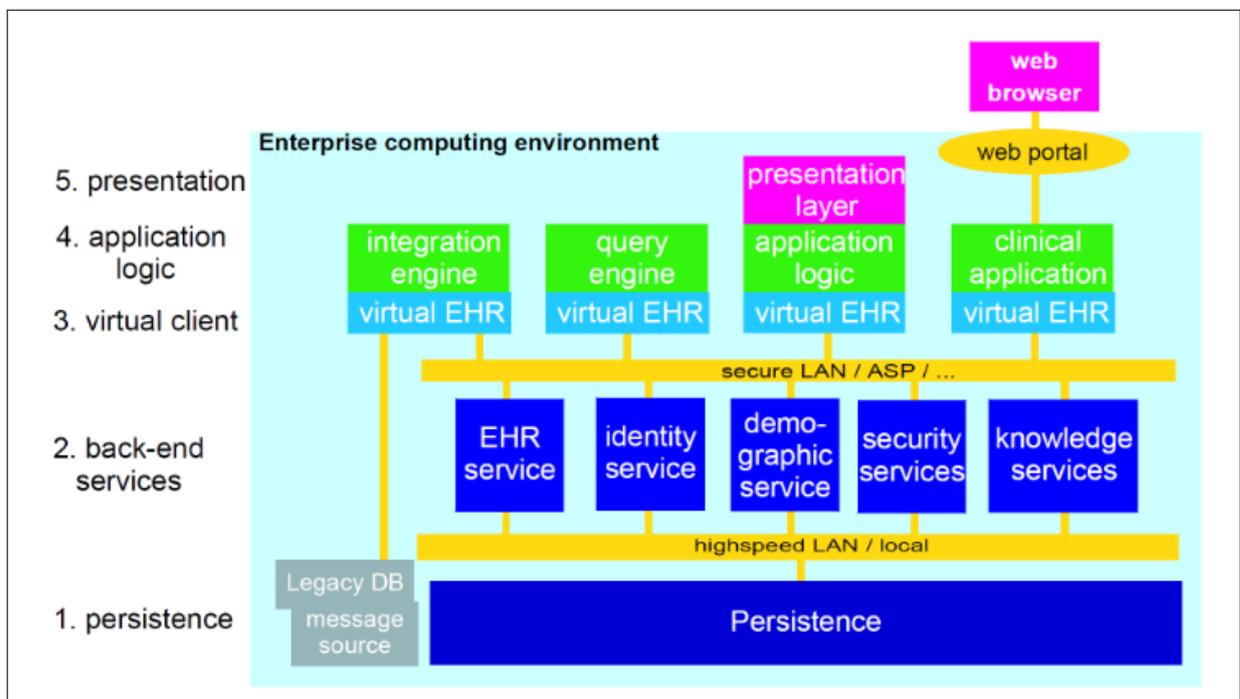
1. Persistência de dados (persistence): camada responsável pela persistência e recuperação de dados armazenados;
2. Camada de serviços (back-end services): inclui todos os serviços disponibilizados pelo sistema, tais como: EHR, dados demográficos, terminologias, segurança, serviço local, etc. Nesta camada cada serviço apresenta-se de forma transparente.
3. EHR Virtual (virtual client): Esta camada é o middleware que contém um conjunto de interfaces para programação de aplicação (APIs) que permite o acesso aos serviços da camada inferior, descrito anteriormente. Possui também um kernel de arquétipo e template

responsável pela criação e processamento dos dados dos arquétipos. Os elementos desta camada funcionam como uma interface em que possibilitam outras aplicações externas acessarem os serviços disponibilizados via APIs;

4. Lógica de Aplicação (application logic): Camada responsável pela lógica de negócio da aplicação que será implementada.
5. Apresentação (presentation): Consiste na interface gráfica da aplicação;

A figura 13 mostra uma esta estrutura para um SIS baseado na especificação OpenEHR.

Figura 13 – Arquitetura em Camadas do Padrão openEHR



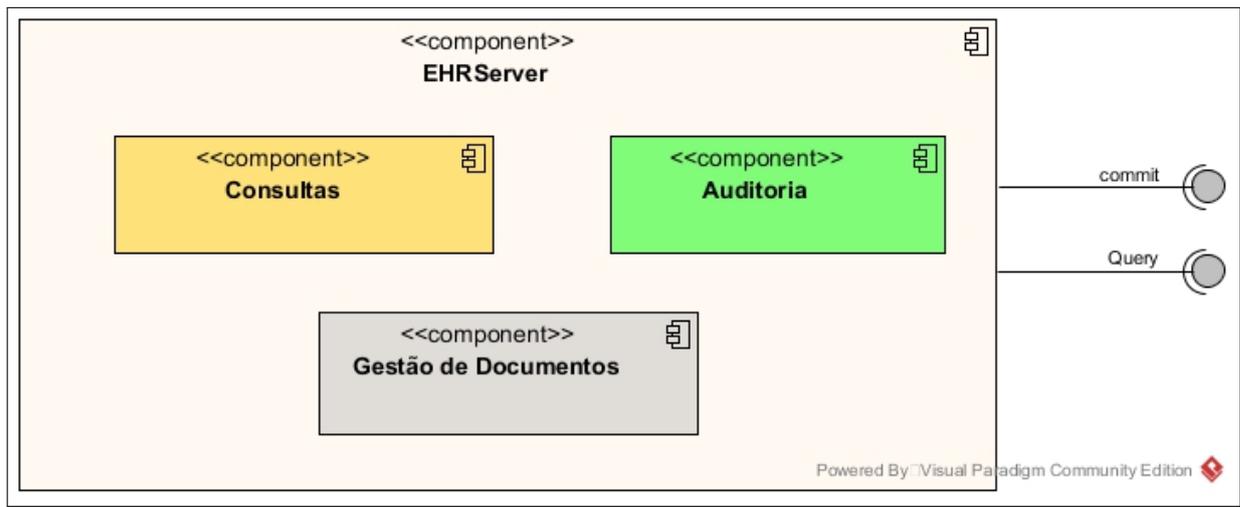
Fonte – OpenEHR, 2015

2.4.8 Framework EHRServer

O EHRServer é um servidor de Registro Eletrônico de Saúde (RES) normatizado com o padrão *OpenEHR*, utilizado como repositório de informações clínicas. Por meio desse servidor é possível cadastrar e consultar dados do RES em uma Arquitetura Orientada a Serviços (GUTIÉRREZ, 2015). Essa arquitetura permite que sistemas distintos possam conectar, enviar e requisitar dados ao *EHRServer*. A *Application Program Interface* (API) do *EHRServer* permite a integração de aplicação como por exemplo *Sistema de Registro de Informações Epidemiológica* a este servidor. Para isso, utiliza-se dois serviços básicos, o **Commit** que envia dados da *Aplicação*

para o *EHRServer* e o **Query** que obtém dados para a *Aplicação* armazenado no servidor *EHRServer* (GUTIÉRREZ, 2015). O *EHRServer* fornece estas funções através dos componentes **Consultas** e **Gestão de Documentos**. Já o componente **Auditoria** permite o controle destas modificações na gestão, avaliação e troca de registros de cada paciente. A figura 14 mostra os componentes deste servidor que será usado em nosso trabalho.

Figura 14 – Componentes do Servidor EHRServer



Fonte – Pablo Pazos Guitiérrez, 2014. Adaptado pelo autor

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste tópico serão mostrados alguns trabalhos que focaram suas pesquisas na interoperabilidade entre Sistemas de Informação em Saúde (SIS), sendo bastante significativos no apoio ao trabalho da minha pesquisa.

3.1 MAPEAMENTO DA BASE DE CONHECIMENTO FUNDAMENTADA EM ARQUÉTIPOS: UMA CONTRIBUIÇÃO À INFORMÁTICA EM SAÚDE

(KONDO, 2012) apresenta no seu trabalho, uma tese de doutorado, uma proposta de modelos de arquétipos para mapear a base de conhecimento clínico formal e hierarquizado em informação computável por meio de um protótipo. A aplicabilidade visa contribuir na área de informática em saúde, especificamente no campo da telessaúde na construção de artefatos computacionais. Os benefícios são as combinações de conhecimentos técnicos computacionais dos profissionais de TI com os conhecimentos da área médica dos profissionais de saúde, auxiliando assim na gestão de registro eletrônico de saúde (RES) em sua criação, armazenamento, acesso e coleta de forma mais natural aos profissionais de saúde.

3.2 REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE: DOS MOLDES TRADICIONAIS À PADRONIZAÇÃO PROPOSTA PELA FUNDAÇÃO OPENEHR

CÉSAR (2013) propôs em seu trabalho, uma dissertação de mestrado, a elaboração de um RES (Registro eletrônico de Saúde) nos moldes tradicionais para a SCMSP (Santa Casa de Misericórdia de São Paulo), através de um acordo técnico científico. Durante o desenvolvimento do RES algumas atividades de desenvolvimento de software foram realizadas, tais como: Levantamento de requisitos, Análise de Sistemas, modelagem de software usando a linguagem UML (Unified Modeling Language). Em seguida foi elaborado um outro RES na Fundação Lar Harmônica (FLH), localizada no Estado da Bahia. Este segundo RES foi feito de acordo com o padrão openEHR e assim possibilitando a interoperabilidade entre sistemas de saúde. No final foi feita uma comparação entre o RES tradicional e o RES baseado em OpenEHR, mostrando as vantagens e desvantagens de cada um, no entanto ficou bem clara que o openEHR garante a interoperabilidade entre sistemas de saúde, conforme está proposto.

3.3 REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE: CMS

PESSANHA(2014) Publicou em seu trabalho de pesquisa, uma tese de doutorado na área de ciências da informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), uma prova de conceito do uso do padrão openEHR, visando a interoperabilidade semântica entre sistemas de RES. Em seu trabalho ele demonstra o uso de arquétipos (I.E. artefatos de conhecimento clínico do padrão openEHR) que podem ser implementados em um sistema de gestão de conteúdo (content management system) com a vantagem da separação do conhecimento clínico (domínio da saúde) e do código do RES (domínio da informática). Portanto a pesquisa visa explorar os arquétipos OpenEHR em um framework CMS denominado Plone CMS. Em primeiro momento foi expressado os arquétipos OpenEHR na ferramenta Plone/Archetypes (ferramenta de geração automática de conteúdo), mas se mostrou insatisfatório seu custo-benefício. Em segunda tentativa foi proposto a implementação dos modelos de informação openEHR na linguagem de programação Python, que é a base do framework Plone, tendo como resultado satisfatório. Logo, sua contribuição consistem em implementar os arquétipos openEHR usando a linguagem de programação Python que é a linguagem predominante do CMS Plone. E com isso abre as possibilidades de outras implementações, usando esta linguagem, nos diversos frameworks que implementam Python. Outros benefícios de seu trabalho consiste em utilizar as vantagens de um CMS que são: geração automática de conteúdo; gestão dos conteúdos semi-automatizada via CRUD[CRUD: Acrônimo para as operações básicas de banco de dados que são: Create, Read, Update e Delete;]; criação facilitadas de interfaces via templates, etc. sendo que ao final tem-se um sistema de gestão de conteúdo CMS interoperável via padrão openehr.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a contribuição científica proposta neste trabalho de dissertação. A proposta geral consiste em um estudo de caso de interoperabilidade, na qual será proposto um sistema interoperável de registro de manejo clínico da chikungunya (denominado MARCIA). Em seguida, este sistema será integrado a uma arquitetura de interoperabilidade, baseada no padrão OpenEHR, para se comunicar com outros sistemas, como por exemplo o sistema DENGOSA. Este, por sua vez, tem como objetivo dar suporte para tomada de decisão na área epidemiológica, especificamente aos casos de doenças provocados pelo mosquito *Aedes Aegypti*.

Conforme visto no **capítulo 1**, a região Nordeste padece de epidemias causadas pelo mosquito *Aedes Aegypti* transmissor de doenças como Dengue, Zika Vírus e Febre Chikungunya. Este trabalho irá propor soluções de Sistemas de Informações em Saúde (SIS) para otimizar o atendimento e auxiliar no controle da epidemia Chikungunya. Essas soluções serão aplicadas na Unidade Básica de Saúde (UBS) e na Secretaria Municipal de Saúde (SMS) do Município de Aracati-CE. A princípio, o referido município não disponibilizava de ferramentas de software para auxiliar os profissionais e gestores de saúde na realização desses trabalhos. A figura 15 mostra o cenário inicial, na qual os trabalhos de manejo clínico e notificação no SINAN¹ são totalmente manuais. Os profissionais de saúde realizam o manejo clínico na UBS e registram as notificações nos formulários manuscritos. Em seguida esses formulários são enviados à Secretaria de Saúde para que o coordenador epidemiológico possa digitar todos os dados no SINAN. Este processo pode durar alguns meses, sendo que as informações epidemiológicas do município só estarão disponíveis para os profissionais e gestores de saúde após conclusão. Após esta disponibilidade, normalmente em formatos de tabelas (TABNET), os profissionais e gestores de saúde poderão realizar consultas e analisar as informações para tomada de decisões necessárias.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO MARCIA BASEADO NO PADRÃO OPENEHR

Há um grande problema no processo de notificação epidemiológica durante a etapa de manejo clínico para notificar a epidemia de chikungunya, como mostrado no cenário da figura 15. Este problema é causado pela demora no preenchimento das fichas de notificação nas Unidades Básicas de Saúde (UBS). Para solucionar este problema, propomos um novo

¹ Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde. Disponível em: www.saude.gov.br/sinan

Figura 15 – Cenário Inicial (Município de Aracati-CE)

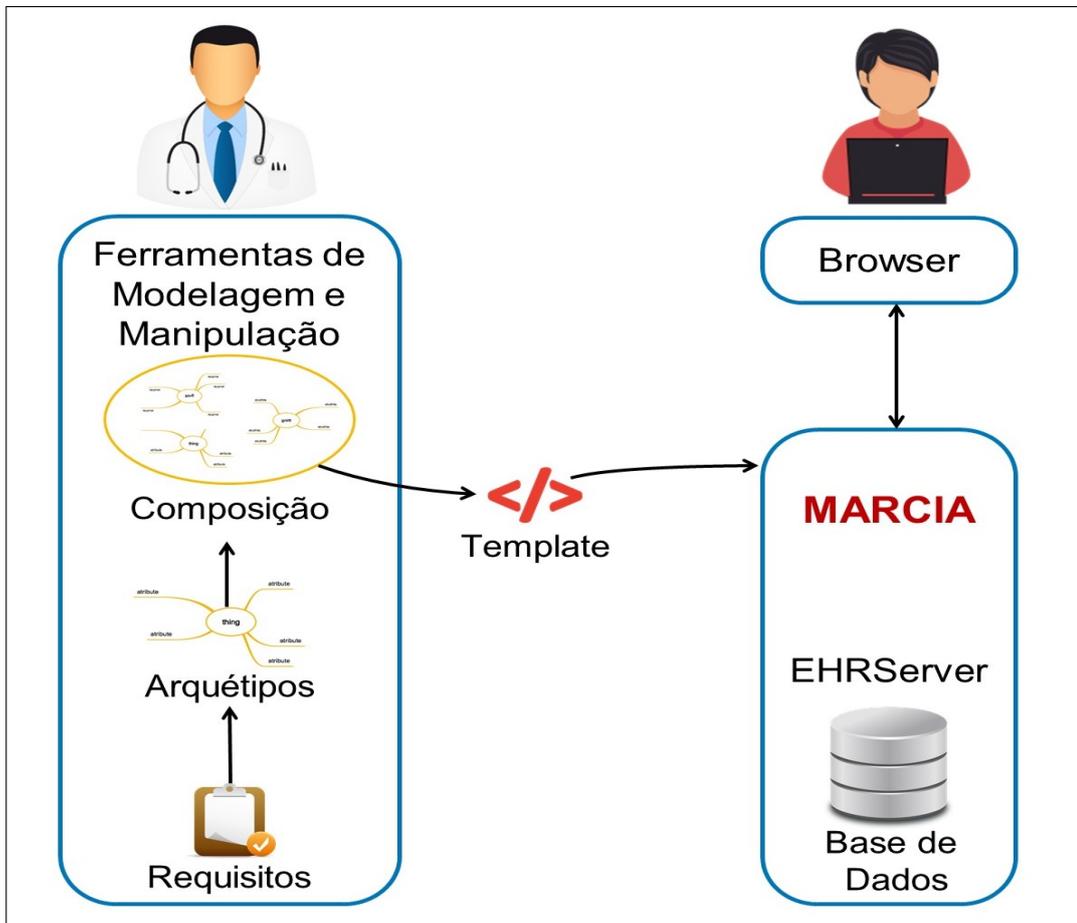


Fonte – o autor

sistema interoperável baseado na arquitetura **OpenEHR**. Este sistema denominado **MARCIA (Manejo de Registro Clínico Aplicado)**, fará o registro eletrônico e acompanhamento dos casos endêmicos de chikungunya com mais eficácia, disponibilizando informações em tempo hábil para tomada de decisão de forma eficiente.

Há um grande desafio quando se fala em desenvolvimento de SIS interoperáveis. Porém, o padrão OpenEHR oferece um conjunto de recursos para construção rápida de softwares interoperáveis, podendo ser modificados posteriormente sem alteração de código fonte, diferentemente de metodologias tradicionais (BEALE *et al.*, 2005). Um framework importante deste padrão que facilita este processo é o **EHRServer (subseção 2.4.8)**, que será usado neste trabalho. Baseado neste novo paradigma, propõe-se o **MARCIA (Manejo de Registro Clínico Aplicado)**, um sistema interoperável que usa o EHRServer, sendo capaz de fornecer informações epidemiológicas durante o manejo clínico da doença. Para a construção do MARCIA, propomos seguir a metodologia apresentada na figura 16. Esta metodologia pode ser usada para facilitar o processo de desenvolvimento de outros sistemas semelhantes, quando se usa o EHRServer. Nas subseções seguintes serão descritos os passos desta metodologia.

Figura 16 – Metodologia de Desenvolvimento do MARCIA usando o EHRServer



Fonte – o autor

4.1.1 Levantamento de Requisitos

Este é o primeiro passo de um processo de desenvolvimento de sistema. Consiste em descobrir quais são as funções e restrições que o novo sistema terá. Durante esta etapa foram feitas várias reuniões envolvendo a coordenadora de epidemiologia da SMS, profissionais de saúde da UBS do Pedregal II do Município de Aracati-CE. Ficou decidido a proposta de um sistema para registro, acompanhamento e transmissão de informações, em tempo real, resultantes do processo de manejo clínico da chikungunya. Ficou definido também que os requisitos deste sistema teria como base o **protocolo de manejo clínico da febre chikungunya**, publicado pelo Ministério da Saúde². Este documento é uma orientação do SUS (Sistema Único de Saúde) a ser adotado por profissionais de saúde diante de casos suspeitos. Este protocolo se resumem em quatro ações fundamentais que são:

1. **Anamnese:** Registrar a história atual do paciente e futuros atendimentos. É uma entrevista

² Disponível em <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/dezembro/25/chikungunya-novo-protocolo.pdf>

feito pelo profissional de saúde ao paciente com o objetivo de entender todos os fatos ocorridos que estão relacionados com a doença a ser descoberta, servindo como ponto de partida para seu diagnóstico. A história clínica do paciente deve ser mais detalhada possível;

2. **Exame Físico:** Registrar todos os achados de sintomas físicos no paciente. Envolve: sinais vitais; exame de pele; exames neurológico e oftalmológico; exame articular (alteração da pele, aumento de volume, crepitação ou estalido, deformidade, limitação da mobilidade, dor ou atrofia muscular, nodulação); exames físicos nos membros superiores e inferiores;
3. **Exames Laboratoriais:** Registrar os resultados de exames laboratoriais feitos para confirmar o caso suspeito. Faz-se o hemograma completo e a sorologia (exame do soro sanguíneo), na qual vai identificar a presença de anticorpos no sangue, assim como todas as informações relevantes que estão presentes no sangue. O objetivo deste exame é confirmar a presença do vírus no sangue para o diagnóstico da doença;
4. **Conduta:** Registrar as condutas clínicas como prescrição de medicamentos e contraindicações. Até o momento, não há tratamento antiviral específico para chikungunya. A terapia utilizada é de suporte sintomático, hidratação e repouso.

4.1.2 Definição dos Arquétipos

Uma vez estabelecidos os requisitos do software, é o momento de buscar no **Clinical Knowledge Manager (CKM)** os arquétipos que representam o conhecimento clínico de cada ação. Caso ainda não exista no CKM, o arquétipo será criado usando uma ferramenta apropriada, como **Archetype Editor**³ e, em seguida, será submetido para este repositório. Vale ressaltar que os arquétipos usados na construção de um sistema padrão OpenEHR, deverão ser validados antes, ou seja, estes arquétipos deverão ser aceitos, primeiramente, no repositório CKM. Neste trabalho, criamos o arquétipo que representa as informações clínicas contidas no hemograma e na sorologia do caso suspeito e buscamos os demais no CKM. A Tabela 2 mostra os arquétipos selecionados para compor a template do sistema.

A seguir, apresentamos a descrição de todos os arquétipos (Tabela 2) usados para compor a template do manejo clínico da chikungunya, que será compartilhada no CKM e servirá como base para desenvolver o sistema MARCIA.

1. **Encontro:** Este é o primeiro arquétipo na constituição de um template, ser-

³ Archetype editor é um software que permite a criação e alteração de arquétipos, recomendada pela fundação OpenEHR. Está disponível em: <http://www.openehr.org/pt/downloads/modellingtools>

Tabela 2 – Arquétipos selecionados para o sistema MARCIA

Número	Nome do Arquétipo	Categoria do Arquétipo
1	openEHR-EHR-COMPOSITION.encouter.v1	COMPOSITION
2	openEHR-EHR-OBSERVATION.person.IdentifiableParent.v1	OBSERVATION
3	openEHR-EHR-OBSERVATION.history.v1	OBSERVATION
4	openEHR-EHR-CLUSTER.exam.v1.v1	CLUSTER
5	openEHR-EHR-OBSERVATION.Serology.v1	OBSERVATION
6	openEHR-EHR-SECTION.clinicalDecision.v0	SECTION

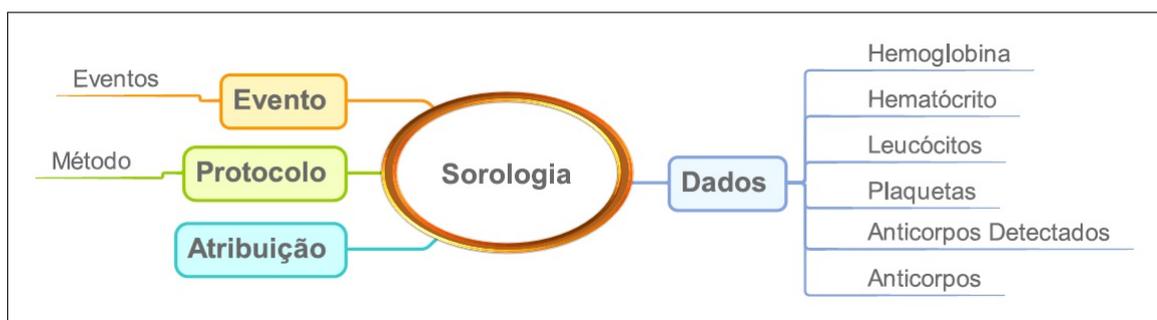
Fonte – Elaborado pelo autor

vindo como base para os demais. Representa uma composição onde os demais arquétipos irão se integrar. Todo template no openEHR, obrigatoriamente, inicia com este arquétipo. Sua categoria é de composição (Composition), ou seja, vai compor os demais arquétipos.

2. **Identificação Pessoal:** Arquétipo de identificação da pessoa cadastrada no sistema, possuindo o código de identificação, dados pessoais e demográficos. A importância deste arquétipo está em localizar os casos suspeitos através de um mapeamento geográfico da região. Sua categoria é de observação (Observation), pois são informações fornecidas pelo paciente, como o nome e CPF.
3. **Estória:** Arquétipo que representa a história clínica do paciente (anamnese). A partir da anamnese o profissional de saúde vai observar os sintomas do paciente, registrar sua história clínica e iniciar o processo de diagnóstico. Para isso, este profissional se baseia no conhecimento sobre o caso, na experiência pessoal e na literatura científica. Um exemplo desse fato é o registro de dores nas articulações. A categoria deste arquétipo é a observação (Observation), pois o profissional de saúde assiste/observa o paciente relatando sua estória.
4. **Achados de Exame Físico:** Arquétipo que representa os achados de exame físico realizado no paciente. Após a anamnese, o profissional de saúde realiza uma verificação física no paciente com o objetivo de identificar os sintomas da doença, como por exemplo inchaços nos pés. Tudo o que for sintomático sobre a doença deve ser registrado. A categoria deste arquétipo representa um grupo de arquétipos (cluster), pois registrar um exame físico implica analisar vários aspectos clínicos distintos, como medir pressão arterial e frequência cardíaca, verificar inchaços nas articulações, etc., cada uma dessas análises representa um arquétipo.

5. **Sorologia:** Arquétipo que representa o resultado do exame de sangue do paciente. Este arquétipo possui grande importância, pois é ele que vai registrar o hemograma e a sorologia do paciente, feito em um laboratório, e com isso confirmar ou negar o diagnóstico do caso suspeito. Informações importantes como hemoglobina, hematócrito, leucócitos e plaquetas, que são informações do hemograma. E ainda a presença de anticorpos (sorologia), não foram encontradas em nenhum arquétipo do CKM. Por isso este arquétipo foi criado e submetido a este repositório online para validação e compartilhamento universal. Para criar este arquétipo, foi feita uma outra reunião com profissionais de saúde (Médica e Enfermeira) do Instituto Federal do Ceará (Campus Aracati), onde estas servidoras instruíram na condução deste feito. A figura 17 mostra o mapa mental com todas as informações deste arquétipo. Apesar de tratar da Chikungunya, este arquétipo serve também para outras arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypti* como a Dengue e Zika virus. A categoria deste arquétipo é do tipo observação (Observation), pois são informações advindas de laboratórios de análises de sangue. Em seguida, o profissional de saúde analisa tais informações (hemograma e sorologia) e define seu diagnóstico.
6. **Decisão Clínica:** Após a confirmação do caso suspeito, o médico deverá prescrever medicamentos, recomendações e contraindicações ao paciente. Todas essas informações devem ser registradas no sistema e são representadas por este arquétipo. Já a categoria deste arquétipo é do tipo seção (Section), pois representa uma classificação de condutas clínicas aplicadas a este paciente, como por exemplo uma internação hospitalar.

Figura 17 – Mapa Mental do Arquétipo Sorologia



Fonte – o autor

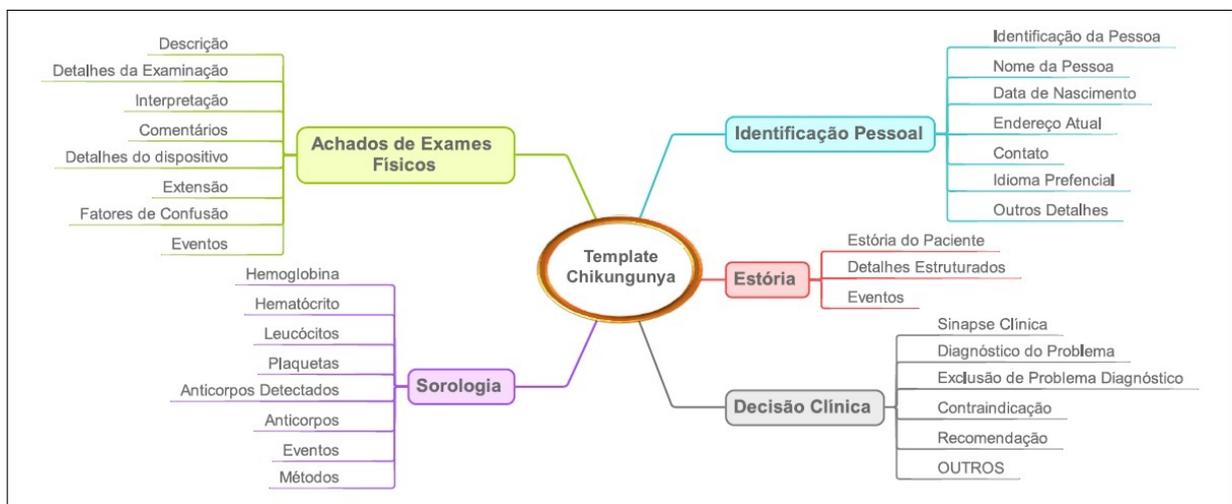
4.1.3 Composição

Após definir o conjunto de arquétipos, o mesmo será aglomerado em um único arquétipo do tipo **composition (composição)**, em seguida é gerado o **template** do sistema, que consiste no conjunto de informações clínicas relevantes para ser impresso através de um formulário, resultando na interface do sistema.

4.1.4 Template

Após a **criação do template**, o mesmo será exportado (geralmente em um padrão **Operacional Template (OPT)**⁴) ou **XML Schema Definition (XSD)**⁵. A figura 18 mostra o template formado após o arranjo do conjunto de arquétipos. Observa-se que este template reúne todos os arquétipos descritos anteriormente. Cada arquétipo possui um conjunto de atributos próprios, na qual representarão as informações epidemiológicas a serem tratadas no sistema MARCIA. Este template foi submetido ao CKM para compartilhamento universal, podendo ser reusado em outros sistemas semelhantes e apresenta-se em forma de mapa mental na figura 18.

Figura 18 – Mapa Mental da Chikungunya



Fonte – o autor

4.1.5 Compilação

Em seguida é realizado o upload do template no **EHRServer**, que possibilita a leitura, processamento e manipulação de arquétipos e **templates**. Além do upload do template

⁴ Operacional Template: Formato padrão usado por frameworks OpenEHR na implementação.

⁵ XML Schema Definition - um formato de dados do padrão XML recomendado pelo Consortium W3C

também é feita a implantação do template na aplicação **MARCIA** para a manipulação dos dados desses sistemas usando o template como consenso. Depois da implantação dos templates nas aplicações que precisam se comunicar, será criado o formulário **HTML** na aplicação cliente para interação com o usuário final, disponibilizado através de um **browser**;

4.1.6 Disponibilização

Após a conclusão da fase anterior e os testes necessários para operação, o sistema se tornará operacional, ou seja, o **MARCIA**, proposta deste trabalho, está pronto para gravação e manipulação de dados.

O sistema **MARCIA** será usado em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) para registrar os casos suspeitos e confirmados de Chikungunya. Uma vez que esta arbovirose pode se tornar uma doença crônica, os pacientes que foram contaminados por este vírus, possivelmente, irão retornar à UBS nas fases seguintes da doença (fase subaguda e fase crônica). Esses pacientes poderão ainda receber visitas domiciliares do programa saúde da família, realizadas por profissionais da Atenção Básica de Saúde. Diante dessa situação, os profissionais de saúde, utilizando o **MARCIA**, poderão resgatar o histórico clínico desses pacientes e realizarão um acompanhamento destes com mais propriedades. Assim, o **MARCIA**, cumpre o papel de um **Registro Eletrônico de Saúde (RES)** aplicado aos casos de chikungunya.

4.2 ARQUITETURA BASEADA EM COMPONENTES DO SISTEMA MARCIA

O sistema **MARCIA** usa o framework EHRServer do padrão OpenEHR. A arquitetura em componentes do **MARCIA** possui 5 camadas, conforme especificado no padrão OpenEHR. A figura 19 mostra o diagrama de componentes UML desta arquitetura que está dividida, inicialmente, em 2 grandes blocos na qual correspondem ao bloco (em amarelo) do servidor (Back-end) e o bloco (cinza) correspondendo a aplicação (Front-end). O bloco do servidor está estruturado em três (3) camadas enumerados de um a três (1 a 3). Já o bloco da aplicação está estruturado em duas (2) camadas enumeradas de quatro a cinco (4 a 5). Essas camadas são descritas conforme segue:

1. **Servidor de Banco de Dados** - Nesta primeira camada está o servidor de banco de dados, onde serão armazenados os **dados clínicos** de cada paciente para posterior recuperação e manipulação. Esta camada representa a persistência

desses dados no servidor. O framework EHRServer já traz instalado o SGBD ⁶ MySQL.

2. **Camada de Serviços** - Nessa segunda camada temos os serviços disponibilizados pelo servidor, conforme especificado no padrão OpenEHR. Estes serviços são: **EHR - Eletronic Health Record ou Registro Eletrônico de Saúde - RES** (serviços sobre os registros eletrônicos dos pacientes, como consultas ou inserção de novos dados clínicos); **Demográfico** (Serviços relacionados às informações demográficas do paciente, como consultas e alterações de dados pessoais e localização geográfica); **Identificação** (este componente dispõe do serviço de identificação única para cada registro de paciente, como PMI ⁷ usado pelo OpenEHR); **Segurança** (este componente proverá o serviço de segurança no acesso aos dados, como autenticação de usuário); **Conhecimento** (este componente relaciona a template, definida anteriormente, no uso dos demais serviços durante o processamento da aplicação. Este componente também dispõe das terminologias clínicas, como a CID 10 ou SNOMED CT).
3. **Virtual EHR API** - Nesta camada está as APIs necessária para a comunicação dos serviços descritos anteriormente. Para cada serviço, o servidor dispõe de duas funções principais para realizar essa comunicação e prover estes serviços. Estas funções são as seguintes: **commit** - função essencial para envio de dados da aplicação ao servidor, como por exemplo uma inserção de dados para ser armazenado; **query** - esta função recupera dados armazenados no servidor para atender a uma requisição da aplicação, como uma consulta a um histórico clínico do paciente;
4. **Camada de Aplicação** - Estas duas últimas camadas fazem parte do Front-End do sistema MARCIA. Os componentes desta camada são os seguintes: **Integração** (componente que permite a integração da aplicação com outros módulos do sistema); **Consultas** (componente que permite a consulta e/ou recuperação dos dados armazenados no banco de dados); **Lógica da Aplicação** (regras da aplicação, incluindo procedimentos e lógica de negócio em uso); **Aplicação Clínica** (regras de procedimentos clínicos a serem adotadas adequadamente, como o preenchimento correto de alguns campos de uma ficha clínica). Neste módulo

⁶ SGBD: Sistema Gerenciador de Banco de Dados

⁷ Patient Master Index ou Índice Mestre do Paciente é usado para identificar o RES de cada paciente no sistema

se encontra a implementação da template definida anteriormente, respeitando todas essas regras.

5. **Camada de Apresentação** - A quinta camada da arquitetura corresponde a camada de apresentação, onde são apresentados os formulários da aplicação (GUI). A figura 19 mostra que esta camada possui cinco componentes que são: **Form-CadastroPaciente** (formulário de cadastro de paciente, envolvendo seus dados pessoais e demográficos); **FormRegistroHistória** (formulário de registro de história do paciente, também chamado de Anamnese); **FormExameFísico** (formulário de registro de exame físico feito pelo médico no paciente); **FormSorologia** (formulário de registro clínico do resultado de exame de sangue); **FormRegistro-Condução** (formulário de registro de condução médica a ser adotado pelo paciente, como prescrição de medicamentos, contra indicação e recomendações).

4.2.1 Análise da Proposta de Solução do Sistema MARCIA

O sistema **MARCIA**, usando a estrutura do **EHRServer**, possibilita o registro eletrônico do manejo clínico da chikungunya, que será usado na UBS. Com isso, esta arquitetura disponibilizará das informações epidemiológicas e demográficas de cada paciente da micro região atendida por esta unidade. Com essa ferramenta é possível manter um registro eletrônico epidemiológico da chikungunya para cada paciente, sendo gerenciados e acompanhados pelos profissionais desta unidade de saúde. A figura 20 apresenta o cenário da UBS com o sistema **MARCIA**. As quatro atividades do manejo clínico da chikungunya (Anamnese, Exame Físico, Exame Laboratoriais e Condução Clínica), descritas anteriormente, são mostradas na figura. Assim, para cada novo atendimento nesta unidade, é possível resgatar o histórico clínico epidemiológico do referido usuário para um melhor entendimento, análise e atendimento a este.

O sistema **MARCIA** é flexível a mudanças, permitindo que o profissional de saúde possa ajustar atualizações na template, quando for necessário, sem precisar mudar o código fonte, conforme especificado no padrão OpenEHR. Além disso, por se tratar de um sistema interoperável, é possível que essas informações (epidemiológicas e demográficas) sejam compartilhadas com outros **SIS** que possuem padrões consensuais de interoperabilidade.

O sistema **MARCIA** não disponibiliza aos gestores de saúde ferramentas de apoio a tomada de decisão. Para isto, temos uma outra solução de software (Sistema **DENGOSA**), que será integrada à arquitetura de interoperabilidade dos sistemas **MARCIA** com **EHRServer**. Com

Figura 19 – Diagrama de componentes do Sistema MARCIA

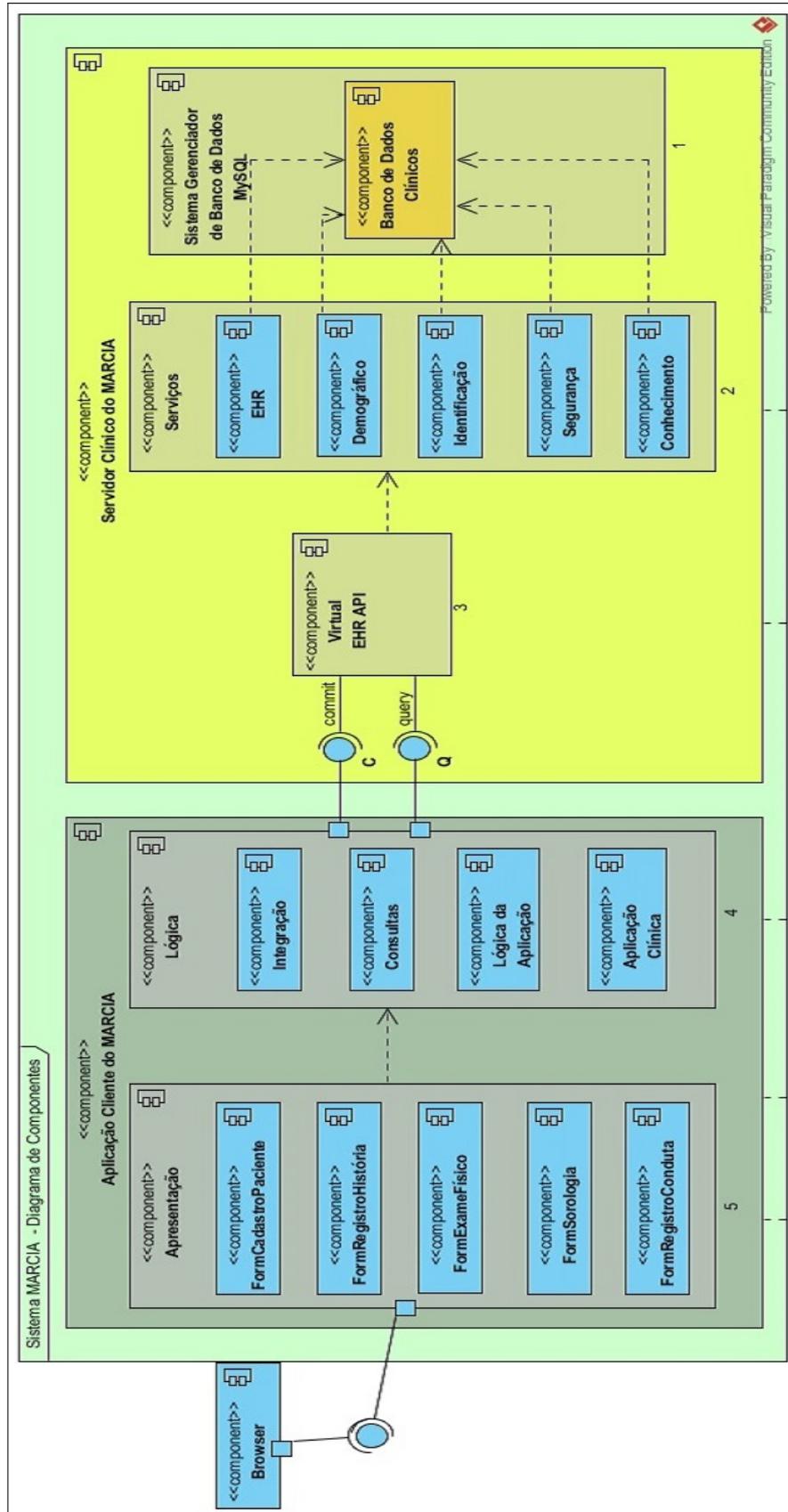
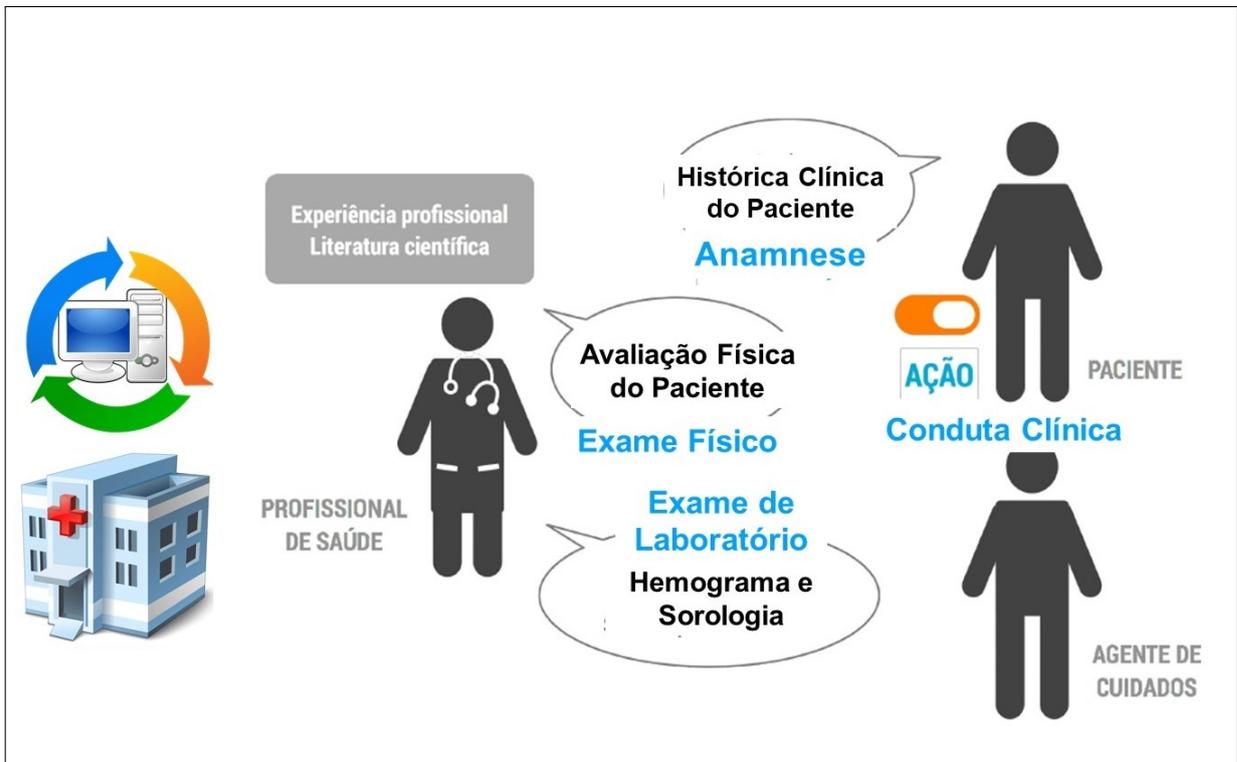


Figura 20 – Cenário da UBS com o Sistema MARCIA



Fonte – Autor

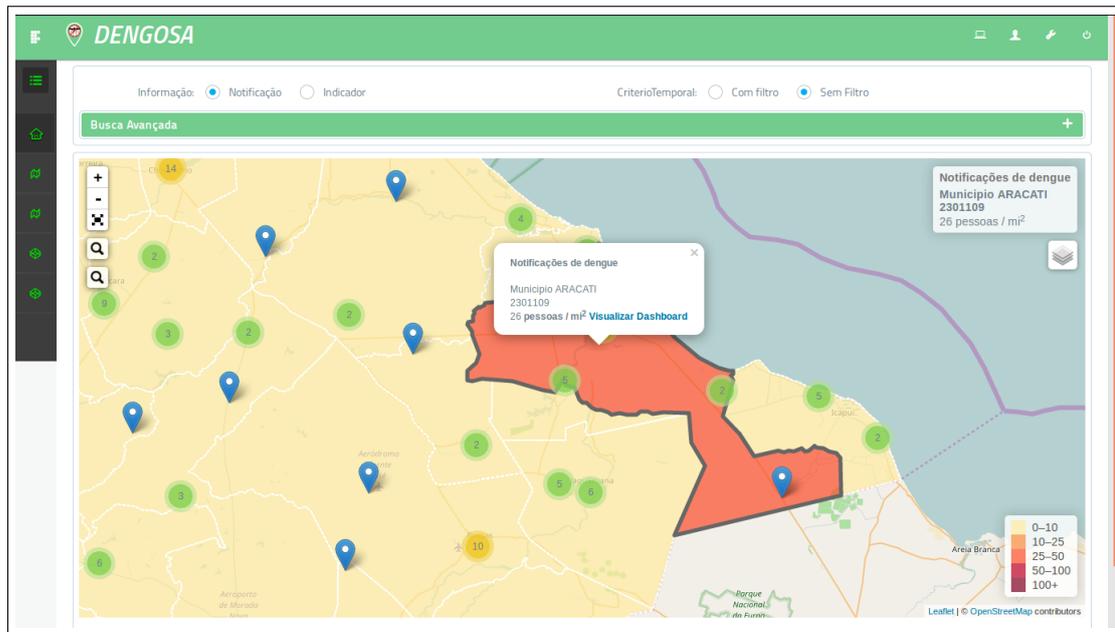
isso, propomos um **conjunto de ferramentas de Sistemas de Informação em Saúde (SIS)** para o **registro, acompanhamento e compartilhamento de informações epidemiológicas, provendo ainda o suporte a toma de decisão no combate a epidemia de chikungunya, com eficácia e inteligência.** Na seção seguinte será descrita o sistema DENGOSA, bem como sua integração na arquitetura de interoperabilidade.

4.3 PROPOSTA DO SISTEMA DENGOSA

Os dados epidemiológicas colhidos nas UBS precisam chegar até a Secretaria Municipal de Saúde (SMS). Em seguida, esses dados devem ser registrados no **SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação)**. Até o momento, a SMS não dispunha de nenhum sistema de gestão que lhe provesse informações para apoio a tomada de decisão. Diante disso, propomos um outro sistema denominado **DENGOSA**. Esta ferramenta foi construída para consumir informações epidemiológicas, especificamente às relacionadas ao mosquito *Aedes Aegypti*. O passo seguinte será o processamento dessas informações, apresentando-as em **dashboard** e **mapas de calor** para o suporte a tomada de decisão por parte dos gestores de saúde. A subseção seguinte descreverá o sistema DENGOSA em detalhes, como parte da proposta deste trabalho de

pesquisa. A figura 21 mostra o mapa de visualização gerado pelo sistema DENGOSA, onde são visualizados pontos em locais no mapa do Município que representam focos do mosquito *Aedes Aegypti*.

Figura 21 – Mapas do Sistema DENGOSA



Fonte – o autor

4.3.1 Detalhamento do Sistema DENGOSA

O DENGOSA é um sistema de gestão e informação geográfica que analisa indicadores socioeconômicos e ambientais, disponibilizando serviços de apoio à decisão para o controle de epidemias. O DENGOSA propõe uma nova metodologia que facilita e otimiza a comunicação entre os agentes de saúde, a população e os gestores do município, atores relevantes para o controle da epidemia causada pelo mosquito *Aedes Aegypti*.

Este sistema foi desenvolvido no laboratório de redes de computadores de Aracati (LAR-A) que usa a tecnologia de georeferenciamento sobre a base de Sistema de Informação Geográfica (SIG), cujo principal objetivo é localizar, em um espaço geográfico de uma cidade, focos do mosquito *Aedes Aegypti*. De posse destas informações, o sistema representa-as em um dashboard para análise e tomada de decisão por parte dos gestores de saúde. Os dados que alimentam este sistema provém do SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) em formatos .DBF (dBASE). O DENGOSA fornece um conjunto de ferramentas para coleta, análise e disponibilidade de informações epidemiológicas ao Município, tornando-se assim

parceiro do SINAN a nível local. Pois as informações disponibilizadas pelo DENGOSA são granulares, abrangendo micro regiões, cadastradas previamente. Este sistema ainda disponibiliza de APIs, implementadas com o protocolo RESTFull, para comunicação com outros sistemas, bem como o próprio SINAN no futuro.

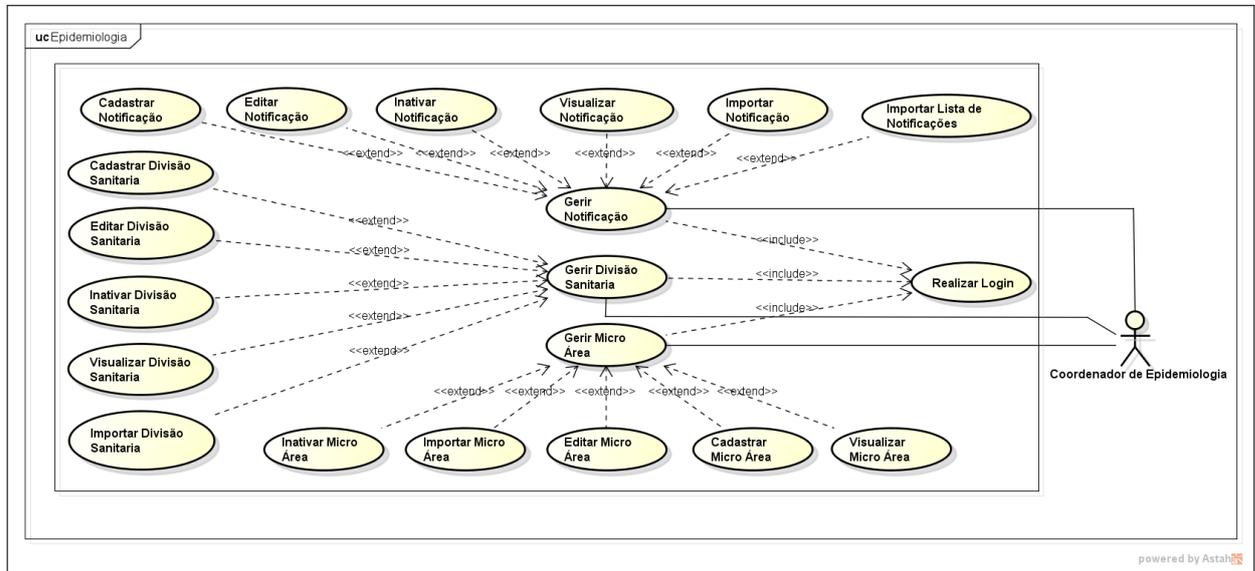
4.3.1.1 Funções de Entrada de Dados no DENGOSA

A figura 22 apresenta as principais funções do DENGOSA, especificamente as funcionalidades de gestão de entrada de dados no sistema, bem como as subfunções estendidas de cada macrofunção. Estas funções são de responsabilidade do coordenador de epidemiologia (ator do caso de uso), que necessita está identificado (logado) no sistema. Conforme mostra o diagrama, estas funcionalidades são as seguintes:

- **Gerir Notificação:** Esta é uma macro funcionalidade no sistema que permite criar e manipular as notificações de casos epidemiológicos no sistema. Esta função possui as subfunções de extensões **Cadastrar Notificação** (permite cadastrar uma nova notificação); **Editar Notificação** (Permite alterar uma notificação cadastrada); **Inativar Notificação** (permite desconsiderar uma notificação); **Visualizar Notificação** (mostra a notificação escolhida); **Importar Notificação** (permite importar uma notificação externa); **Importar Lista de Notificação** (permite importar uma lista de notificação externa).
- **Gerir Divisão Sanitária:** Já nesta função, é possível gerenciar as divisões sanitárias, que são áreas demarcadas por unidades de saúde. Esta macro função possui várias subfunções de extensões, como **Cadastrar Divisão Sanitária** (permite inserir uma nova divisão sanitária no sistema); **Editar Divisão Sanitária** (permite alterar as divisões sanitárias cadastradas); **Inativar Divisão Sanitária** (opção de descartar uma divisão sanitária cadastrada); **Visualizar Divisão Sanitária** (permite visualizar as divisões sanitárias cadastradas no sistema); **Importar Divisão Sanitária** (permite realizar uma importação de arquivo externo, contendo uma nova divisão sanitária).
- **Gerir Microárea:** As microáreas são regiões geográficas do Município relacionadas com os agentes de saúde, ou seja, cada agente de saúde está relacionado com uma microárea. Esta funcionalidade permite a criação e manipulação de microáreas, tendo as subfunções de extensões **Cadastrar Microárea** (permite inserir uma nova microárea no sistema); **Editar Microárea** (permite fazer alterações na microárea cadastrada no sistema); **Visualizar Microárea** (permite visualizar as microáreas no sistema); **Inativar Microárea**

(permite descarta microárea no sistema); **Importar Microárea** (Permite importar uma nova microárea externa);

Figura 22 – Diagrama de Caso de Uso do DENGOSA (Gestão de dados do Sistema)



Fonte – o autor

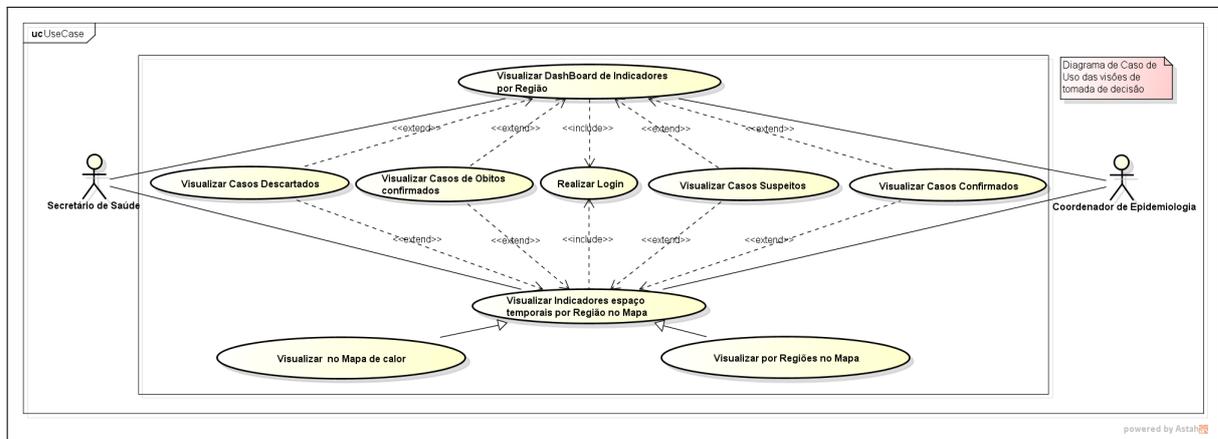
4.3.1.2 Mapas de Visualizações das Informações no DENGOSA

Conforme apresenta o digrama de caso de uso da figura 23, o sistema DENGOSA possui um conjunto de ferramentas de análise e visualização de informações, disponibilizadas aos coordenadores e gestores de saúde (atores do caso de uso) para o suporte à tomada de decisão. Estes mapas podem ser: **mapas de localização geográfica, mapas de calor e mapas dashboard**. Para realizar a análise e visualização dessas informações no DENGOSA, os atores precisam está identificados (logados) no sistema. A figura 23 mostra as funções destes mapas no sistema DENGOSA, que são as seguintes:

- **Visualizar DashBoard de Indicadores Por Região:** Esta função permite que o coordenador de epidemiologia e gestor de saúde possam visualizar informações epidemiológicas por meio de mapas gráficos (dashboard). Esta funcionalidade possui várias subfunções estendidas como: **Visualizar casos confirmados** (permite visualizar o gráfico de casos confirmados); **Visualizar casos suspeitos** (permite visualizar o gráfico de casos suspeitos da doença); **Visualizar casos de óbitos confirmados** (permite visualizar o gráfico de casos de óbitos da doença); **Visualizar casos descartados** (permite visualizar o gráfico de casos descartados da doença).

- **Visualizar Indicadores Espaço Temporal Por Região no Mapa:** Esta função permite visualizar os dados epidemiológicos em formas de mapas de calor, que mostra uma aglomeração de casos da doença em determinados locais e ainda mostra os mapas geográficos, na qual permite visualizar as áreas geográficas das regiões afetadas pela doença. Estas duas subfunções: **mapas de calor** e **região geográfica** são especializações da macrofunção **Visualizar Indicadores Espaço Temporal Por Região no Mapa**. Esta funcionalidade, ainda possui as mesmas **subfunções estendidas** da função **Visualizar Dashboard de Indicadores Por Região**.

Figura 23 – Diagrama de Caso de Uso do DENGOSA (Mapas do Sistema DENGOSA)



Fonte – o autor

4.3.2 Análise da Solução do Sistema DENGOSA

O sistema DENGOSA é uma poderosa ferramenta para coleta, processamento e análise de informações epidemiológicas apropriada aos gestores de saúde. Este sistema oferece modernos recursos que dispõe dessas informações granulares por região, para o apoio a tomada de decisão. Entretanto, para que o gestor possa tomar decisão com eficácia e eficiência, esta ferramenta necessita de informações consistentes, completas e em tempo hábil. Atualmente, o SINAN oferece tais informações em formatos .dbf que são importadas para o DENGOSA. No entanto, essas informações são demoradas, tendo em vista que o caso registrado já tem se passado alguns meses. Para solucionar esse problema, foi proposto o sistema MARCIA que irá anteceder tais informações ao DENGOSA, através do registro do manejo clínico. A proposta é interoperar o MARCIA com DENGOSA, como será descrito nas seções seguintes.

4.4 PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS MARCIA E DENGOSA

Um dos objetivos deste trabalho de pesquisa é propor a interoperabilidade nos sistemas MARCIA e DENGOSA. A figura 24 mostra o cenário dos dois sistemas se comunicando. Vimos que as informações epidemiológicas são colhidas na UBS por meio do manejo clínico. Para registrar tal procedimento, foi proposto o sistema interoperável MARCIA, capaz de enviar essas informações de manejo eletronicamente para a SMS. Por outro lado, não existia nenhum sistema na SMS que recebesse e analisasse esses dados. A partir daí, surgiu a necessidade de um outro sistema para auxiliar a gestão na tomada de decisão. Para resolver este problema, foi proposto o DENGOSA. Este sistema possui uma API ⁸ que implementa o protocolo REST (API RESTFull) para comunicação com outros sistema. Diante disso, propomos o compartilhamento dessas informações, armazenadas no EHRServer, para que o sistema DENGOSA possa obter tais informações registradas pelo MARCIA. Portanto, a SMS terá possibilidades de tomar decisões eficazes e eficientes para combater a epidemia de chikungunya. A arquitetura de interoperabilidade será descrita, em detalhes, na próxima seção.

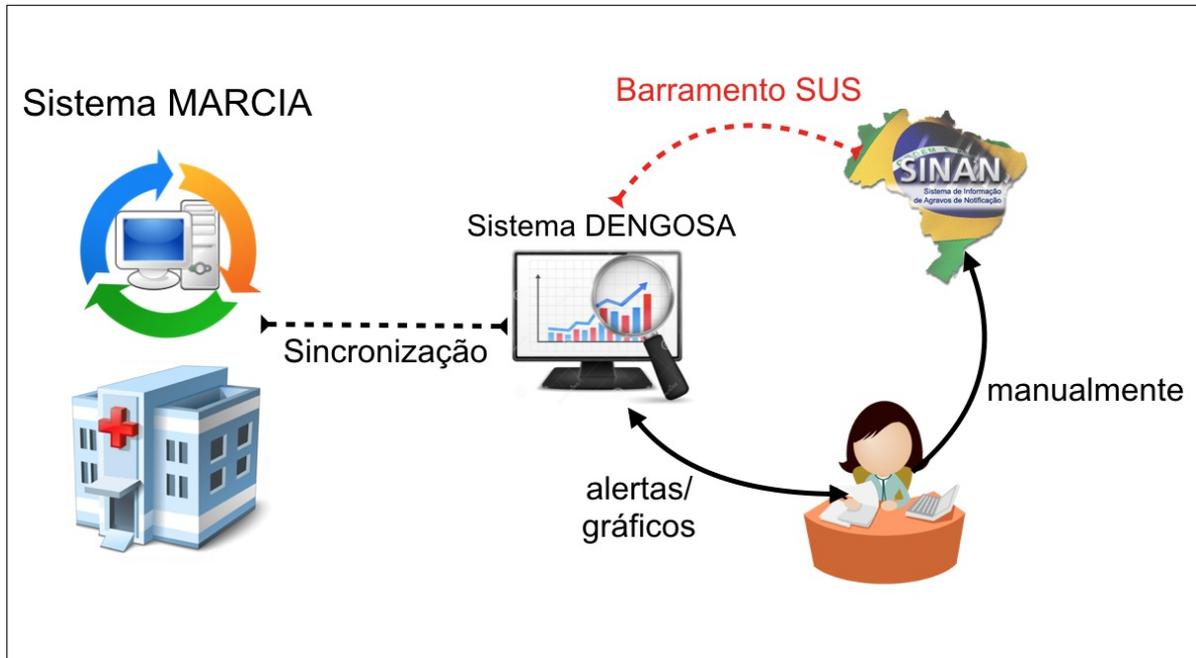
Como resultado, o Município de Aracati disporá de modernas ferramentas de softwares para o registro, acompanhamento e gerência dos dados epidemiológicos de sua população. Sendo assim, os profissionais de saúde terão a missão de alimentar os sistemas com informações consistentes e completas e acompanhar o histórico clínico de cada paciente nas UBS. Já os gestores de epidemiologia terão informações necessárias para atuar com inteligência no combate a epidemia e traçar políticas públicas mais eficazes para evitar novos casos, evitando desperdícios de recursos, agindo com eficiência, podendo salvar vidas. A comunicação automática com o SINAN será feita nos trabalhos futuros, tendo em vista que o SUS ainda não disponibilizou as APIs necessária para comunicação deste sistema.

4.5 ARQUITETURA DE INTEROPERABILIDADE COM DENGOSA E MARCIA NO EHRSERVER

Paralelo ao desenvolvimento do **MARCIA**, foi feito a adaptação do sistema **DENGOSA** à arquitetura do **EHRServer**, baseada na especificação **OpenEHR**. Conforme mostra a figura 25, a infra-estrutura do servidor clínico **EHRServer** e as suas camadas estão divididas em três partes descritas a seguir:

⁸ API: Application Programming Interface - Interface de Programação de Aplicação. Componente de software que facilita a construção e a comunicação entre sistemas.

Figura 24 – Proposta de Integração dos Sistemas MARCIA e DENGOSA (Novo Cenário)



Fonte – o autor

4.5.1 Camada de Infraestrutura Física

Classic INFRAstructure representa a infra-estrutura clássica de sistemas em multicamadas abordando tecnologias e metodologias para o desenvolvimento de infraestruturas distribuídas. Nesta camada é abstraído os servidores físicos com as bases de dados e as estruturas de rede.

4.5.2 Camada Lógica de Serviços

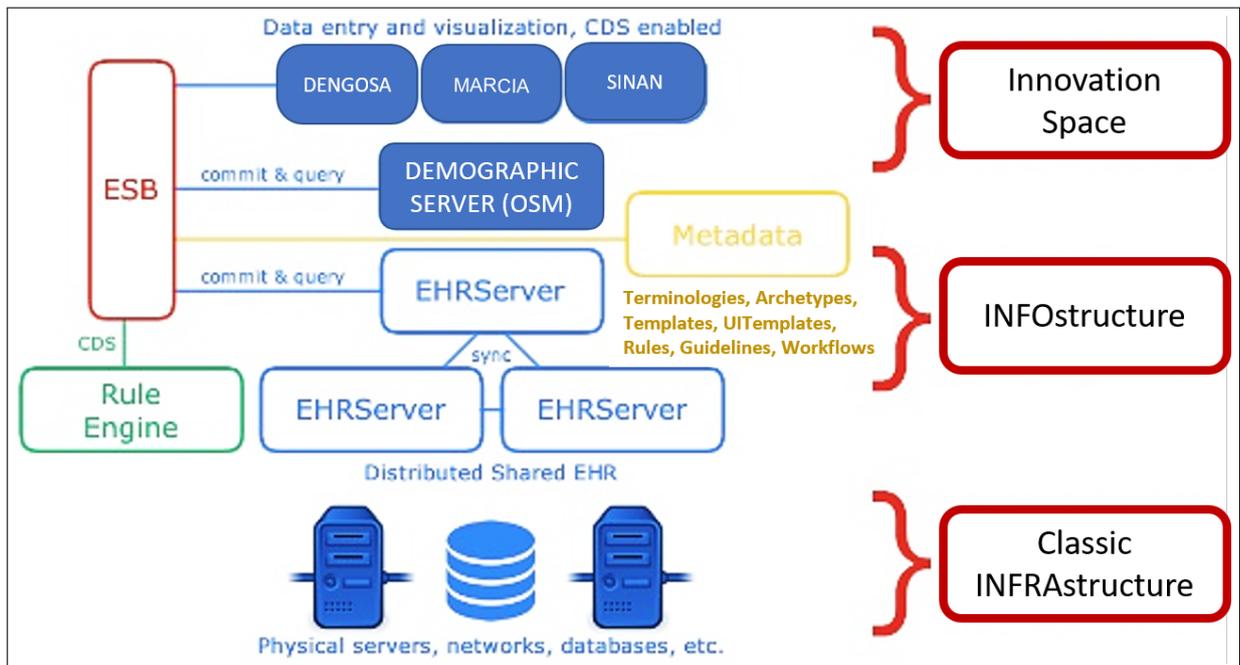
Classic INFOstructure representa as tecnologias e os padrões de um servidor clínico. Nesta camada se encontra o **EHRServer** sincronizado com outros servidores clínicos, por se tratar de uma arquitetura distribuída com alta escalabilidade e disponibilidade, compartilhando recursos e informações do **EHR**. Um outro componente importante desta camada é o **Rule Engine**, que usa regras para auxiliar o **CDS (Clinical Decision Support)**, ou seja, regras para suporte a decisão clínica. Os EHRs são disponibilizados pelo **ESB (Enterprise Service Bus)**, o barramento que implementa as **APIs** do **EHRServer**. Estas **APIs** disponibiliza funcionalidades para integração das aplicações da camada **Innovation Space** com o **EHRServer**. Este barramento está funcional com o padrão **REST** e também pode ser adaptado no padrão **SOAP**. Este barramento é essencial para interoperabilidade entre sistemas, pois é por meio dele que todas as

aplicações externas irão se comunicar com o **EHRServer**. Os principais serviços implementados neste barramento são: **Commit** - Possibilita os meios de manipulação de dados, como uma inserção ou alteração; **Query** - Disponibiliza o acesso e restauração de informações armazenadas no servidor clínico. As informações são disponibilizadas no formato **JSON (JavaScript Object Notation)** ou **XML (Extensible Markup Language)**. Além disso, esta camada possui ainda um conjunto de metadados, formado por **terminologias clínicas** que envolvem os padrões adotados para termos e procedimentos clínicos, como o **SNOMED CT**, ou ainda para o **Classificação Internacional de Doenças (CID)**. Esta camada também envolve os **arquétipos e templates**, guias e automação de processos de acordo com as definições impostas nas aplicações. E por último, tem ainda o servidor demográfico que gerencia e armazena informações demográficas de cada paciente cadastrado no RES, como informações de endereço. Por questões de segurança, os dados demográficos são separados dos dados clínicos.

4.5.3 Camada de Aplicação

Innovation Space é representada como a camada onde estão as aplicações que se comunicam através do barramento de serviços ESB do **EHRServer**. Esta camada mostra os sistemas **DENGOSA**, **MARCIA** e **SINAN** descritos anteriormente. O **DENGOSA** e o **SINAN** estão implantados na SMS (Secretaria Municipal de Saúde), este último não possui nenhum padrão de interoperabilidade ou API de comunicação, mas será implementado no futuro, segundo o próprio DATASUS. Já o **MARCIA** está sendo implantado na UBS (Unidade Básica de Saúde) da Micro Região denominada **Pedregal II de Aracati**, como projeto piloto.

Figura 25 – Arquitetura em Camadas do EHRServer



Fonte – Adaptado de Pablo Pazos Guitierrez, 2014

5 RESULTADOS

O MARCIA é um sistema flexível, atendendo a dinâmica da área da saúde, sendo permissível alterar atributos da template sem alterar o código fonte. O sistema MARCIA, exercendo o papel de um RES epidemiológico, compartilha informações em tempo real com o sistema DENGOSA. Este sistema consome, compila e exibe os resultados em dashboard, possibilitando aos profissionais e gestores de saúde tomar decisões eficazes no combate ao mosquito *Aedes Aegypti* em cada região geográfica do Município. Com essas soluções, espera-se uma melhoria técnica e administrativa no atendimento aos casos epidêmicos. Alguns exemplos de melhoria no processo de notificação:

- Registro eletrônico das informações epidemiológicas;
- Maior segurança no acesso, manipulação e armazenamento dos dados;
- Permissibilidade de restaurar o histórico clínico de cada paciente para cada novo atendimento;
- Compartilhamento de informações com outros sistemas, provendo a interoperabilidade;
- Maior controle e acompanhamento dos casos suspeitos em cada micro região atendida;
- Transmissão das informações em tempo real para análise e tomada de gestão por parte da gestão;
- Otimização do processo de notificação da doença;
-

Com esses resultados espera-se, por parte da gestão municipal de saúde, uma melhoria na tomada de decisão para o controle de epidemias, como a chikungunya. Essas ações seriam um adequado direcionamento do carro fumacê em pontos epidêmicos da micro região, uma forte atuação dos agentes de endemias nos pontos mais críticos, conscientização da população e reeducação da mesma no controle e prevenção de focos do mosquito, limpeza urbana e domiciliar de forma criteriosa. Além disso, esses resultados impactaria nos cuidados de saúde, evitando novos casos e podendo até salvar vidas. Embora Aracati seja a cidade piloto, a arquitetura se ajusta ao cenário local de todos os municípios do Brasil e também para o controle de outras epidemias, como Dengue e Zika Vírus.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho propôs um estudo de caso de interoperabilidade, na qual foi desenvolvido um sistema interoperável (denominado MARCIA), baseado na especificação OpenEHR, que implementou o protocolo de manejo clínico da chikungunya adotado pelo SUS. Para a construção do MARCIA foi proposto uma metodologia eficiente que usou o framework EHRServer. O MARCIA se propõe a otimizar o processo de coleta e notificação dos casos da doença, cumprindo a função de um Registro Eletrônico de Saúde (RES) aplicado ao manejo da arbovirose chikungunya. Com isso é possível realizar o registro eletrônico dos dados epidemiológicos dos pacientes, contribuindo para melhoria do atendimento na atenção primária. Por ser um sistema interoperável, o MARCIA permite ainda o compartilhamento das informações resultantes do processo de manejo com outros sistemas de saúde.

Em seguida, foi proposto um outro sistema de gestão epidemiológica (denominado DENGOSA) para o apoio a tomada de decisão que consumirá as informações epidêmicas do MARCIA, compilando e apresentando em dashboard e mapas de calor. O objetivo do sistema DENGOSA é dar apoio a toma de decisão aos profissionais e gestores de saúde.

Os sistemas MARCIA e DENGOSA visam auxiliar, com informações relevantes registradas nos prontuários, profissionais e gestores de saúde no controle de epidemia chikungunya com ações inteligentes e eficientes.

O estudo de interoperabilidade nos SIS envolveu vários padrões. A escolha pelo padrão OpenEHR, além da conformidade com a portaria 2.073/2011, se deu pelo fato deste padrão oferecer suporte a web e esquemas XML, limitações encontradas no HL7 v2. Outra vantagem é que este padrão oferece um conjunto de ferramentas para a construção rápida de sistema. O modelo europeu CEN ISO 13.606 é um outro padrão que dispõe de arquétipos para interoperabilidade, mas limita-se a construção de extratos de RES, sendo um subconjunto do padrão OpenEHR.

6.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

As contribuições deste trabalho foi o sistema MARCIA: um Registro Eletrônico de Saúde aplicado ao manejo clínico da chikungunya, sendo uma software aberto, flexível e interoperável baseado no padrão OpenEHR, que usa o servidor clínico EHRServer. Durante a construção do MARCIA foi construído o arquétipo que representa o hemograma e a sorologia de resultados de exames, informações essenciais para confirmar a doença. Além disso, foi

gerada a template da chikungunya. O arquétipo e a template foram submetidos ao CKM para compartilhamento. Em seguida, foi proposto um SIS epidemiológico para o apoio a tomada de decisão. Com isso, foi disponibilizado aos profissionais e gestores de saúde esses sistemas, como ferramentas de suporte tecnológico, para combater o mosquito *Aedes Aegypti*. As contribuições específicas são:

- a) Arquétipo da sorologia construído e disponibilizado no CKM para o registro de resultados de exames de casos confirmados de dengue, febre chikungunya e vírus zika;
- b) Mapa mental (Template) do manejo clínico da chikungunya compartilhado no CKM para facilitar o processo de construção de SIS em outras regiões com epidemias semelhantes;
- c) Metodologia que poderá ser adotado para construir sistemas similares;
- d) Sistema MARCIA para auxiliar profissionais de saúde no manejo clínico da epidemia chikungunya em uma unidade de saúde;
- e) Sistema de apoio a toma de decisão (DENGOSA);
- f) Arquitetura de interoperabilidade do sistema MARCIA com DENGOSA;

6.2 LIMITAÇÕES

O MARCIA está limitado ao manejo clínico da chikungunya, ainda não está implementado o manejo clínico da Dengue e Zika Vírus. A flexibilidade para mudança, proposta pelo padrão openEHR, requer um treinamento adequado da equipe de profissionais de saúde.

O sistema necessita ainda de uma infraestrutura adequada na unidade de saúde, como computador servidor para instalação do EHRServer (de preferência com sistema operacional linux) e conexão de internet para prover a comunicação em tempo real. O sistema está sendo implantado como projeto piloto em uma unidade de saúde (denominada Pedregal II) de Aracati-CE, portanto precisa ainda de alguns ajustes, principalmente com relação a segurança da informação. E por fim, está limitado a um RES de epidemiologia, não sendo uma solução completa para registrar todas as informações clínicas como faz um PEP.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, propomos implementar também o manejo clínico da dengue e zika vírus e implantar o MARCIA nas demais unidades de saúde do Município, criando uma

rede de atendimento a saúde na área de epidemiologia. E ainda implementar mecanismos de inteligência nos sistema para compilar os sintomas dessas arboviroses e mostrar um percentual aceitável de cada uma, durante o atendimento, tendo em vista a similaridade de sintomas entre elas, auxiliando o profissional de saúde a tomar a decisão mais correta sobretudo nas condutas clínicas diante de um caso suspeito.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M.; HUSSAIN, M.; AFZAL, M.; MAQBOOL, M.; AHMAD, H. F.; RAZZAQ, S. Design and implementation of hl7 v3 standard-based service aware system. In: IEEE. **Autonomous Decentralized Systems (ISADS), 2011 10th International Symposium on**. [S.l.], 2011. p. 420–425.
- ARAUJO, T. V.; PIRES, S. R.; BANDIERA-PAIVA, P. Adoção de padrões para registro eletrônico em saúde no brasil. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 8, n. 4, 2014.
- BACELAR, G.; CORREIA, R. openehr. 2015.
- BEALE, T.; HEARD, S.; KALRA, D.; LLOYD, D. Archetype definition language (adl). **OpenEHR specification, the openEHR foundation**, 2005.
- BEALE, T.; HEARD, S.; KALRA, D.; LLOYD, D. Openehr architecture overview. **The OpenEHR Foundation**, 2006.
- BEALE, T.; HEARD, S.; KALRA, D.; LLOYD, D. Openehr. **Null Flavours and Boolean data in openEHR**. [article on the Internet], 2007.
- BENDER, D.; SARTIPI, K. Hl7 fhir: An agile and restful approach to healthcare information exchange. In: IEEE. **Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2013 IEEE 26th International Symposium on**. [S.l.], 2013. p. 326–331.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2.073, de 31 de agosto de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 set. 2011b. Seção 1, p.63**. Brasília, BRA: Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073-31-08-2011.html>>, 2011b, p.63. 63 p.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC). Brasília, 2016**. Brasília, BRA: Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/dezembro/14/Prontu-rio-Eletr-nico.pdf>>, 2016.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Comitê de Informação e Informática em Saúde (CIINFO). Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNISS). Brasília, 2016. 15 p**. Brasília, BRA: Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica-nacional-infor-informatica-saude-2016.pdf>>, 2016, p.15. 15 p.
- BRAZIL. **Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 13**. 2017. Accessed: 2017-06-29.
- CONASS. **NT 37/2011 - PADRÕES DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE E DE INTEROPERABILIDADE ENTRE OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**. [S.l.]: Conselho Nacional dos Secretários de Saúde. Nota Técnica 37/2011. Disponível em: <http://www.conass.org.br/biblioteca/wp-content/uploads/2011/02/NT-37-Padrees-de-Interoperabilidade-versao-2011.pdf>, 2011.
- DIAS, R. D. M. Modelagem do padrão tiss por meio do enfoque dual da fundação openehr. 2011.

DOLIN, R. H.; ALSCHULER, L.; BOYER, S.; BEEBE, C.; BEHLEN, F. M.; BIRON, P. V.; SHABO, A. HI7 clinical document architecture, release 2. **Journal of the American Medical Informatics Association**, BMJ Group BMA House, Tavistock Square, London, WC1H 9JR, v. 13, n. 1, p. 30–39, 2006.

DONNELLY, K. Snomed-ct: The advanced terminology and coding system for ehealth. **Studies in health technology and informatics**, IOS Press; 1999, v. 121, p. 279, 2006.

ERL, T. **Service-oriented architecture: a field guide to integrating XML and web services**. [S.l.]: Prentice hall, 2004.

FIELDING, R. T. Rest: architectural styles and the design of network-based software architectures. **Doctoral dissertation, University of California**, 2000.

GARDE, S.; KNAUP, P.; HOVENGA, E. J.; HEARD, S. Towards semantic interoperability for electronic health records—domain knowledge governance for open ehr archetypes. **Methods of information in medicine**, Stuttgart [etc.] FK Schattauer [etc.], v. 46, n. 3, p. 332–343, 2007.

GUBIANI, J. S.; ROCHA, R. P. d.; ORNELLAS, M. C. d. Interoperabilidade semântica do prontuário eletrônico do paciente. **Simpósio de Informática da Região Centro do RS (2.: 2003: Santa Maria, RS). Anais. Santa Maria: SIRC, 2003**, 2003.

GUTIÉRREZ, P. P. Towards the implementation of an openehr-based open source ehr platform (a vision paper). In: **MedInfo**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 45–49.

HAMMOND, W. E.; CIMINO, J. J. Standards in medical informatics. In: **Medical informatics**. [S.l.]: Springer, 2001. p. 212–256.

HASMAN, A. *et al.* HI7 rim: an incoherent standard. In: **Ubiquity: Technologies for Better Health in Aging Societies, Proceedings of Mie2006**. [S.l.: s.n.], 2006. v. 124, p. 133.

KALRA, D.; BEALE, T.; HEARD, S. The openehr foundation. **Studies in health technology and informatics**, Amsterdam; Washington, DC: IOS Press, 1991-, v. 115, p. 153–173, 2005.

KONCAR, M. HI7 standard—features, principles, and methodology. **Acta medica Croatica: casopis Hrvatske akademije medicinskih znanosti**, v. 59, n. 3, p. 273–276, 2005.

KONDO, M. N. S. **Mapeamento da base de conhecimento fundamentado em arquétipos: contribuição à informática em saúde**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2012.

LESLIE, H. openehr—the world’s record. **Pulse+ IT**, v. 6, p. 50–55, 2007.

MANDEL, J. C.; KREDA, D. A.; MANDL, K. D.; KOHANE, I. S.; RAMONI, R. B. 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.

MARÉCHAUX, J.-L. Combining service-oriented architecture and event-driven architecture using an enterprise service bus. **IBM developer works**, p. 1269–1275, 2006.

MARZULLO, F. P. **SOA na Prática**. [S.l.]: Novatec Editora, 2009.

MCDONALD, C. J.; HUFF, S. M.; SUICO, J. G.; HILL, G.; LEAVELLE, D.; ALLER, R.; FORREY, A.; MERCER, K.; DEMOOR, G.; HOOK, J. *et al.* Loinc, a universal standard for identifying laboratory observations: a 5-year update. **Clinical chemistry**, Clinical Chemistry, v. 49, n. 4, p. 624–633, 2003.

MILDENBERGER, P.; EICHELBERG, M.; MARTIN, E. Introduction to the dicom standard. **European radiology**, Springer, v. 12, n. 4, p. 920–927, 2002.

MOEHRKE, J. F. The it infrastructure technical framework supplement. 2010.

MORAIS, A. C. d.; DOEHNERT, C. C.; CANCELA, D.; ROMPKOVSKI, J. B.; CAMPOS, R.; MARCHAUKOSKI, J. N. Prontuário eletrônico do paciente. 2016.

OLIVEIRA, M.; MONTEIRO, O. **LARIISA - Sistema de Gestão e Apoio à Tomada de Decisão em Saúde**. 2009. UFC (Universidade Federal do Ceará), IFCE (Instituto Federal do Ceará).

OUKSEL, A. M.; SHETH, A. Semantic interoperability in global information systems. **ACM Sigmod Record**, ACM, v. 28, n. 1, p. 5–12, 1999.

PESSANHA, C. P.; BAX, M. P. Implementando o prontuário eletrônico openehr em sistemas gestores de conteúdo: uma aproximação. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 8, n. 2, 2015.

PETRY, K.; LOPES, P. M. A.; WANGENHEIM, D. V. Interoperabilidade de sistemas hospitalares utilizando padrões hl7 e datatus.

ROZLOG, M. Rest and soap: When should i use each (or both). **Retrieved August**, v. 6, p. 2013, 2010.

SAUDATE, A. **REST: Construa API's inteligentes de maneira simples**. [S.l.]: Editora Casa do Código, 2014.

SAÚDE, O. M. da. **CID-10: Classificação Estatística Internacional de Doenças com disquete Vol. 1**. [S.l.]: Edusp, 1994.

SBIS; CFM. **Cartilha sobre Prontuário Eletrônico**. 2012.

SILVA, M. L. da; JUNIOR, L. A. V. Manual de certificação para sistemas de registro eletrônico em saúde.

SIMBORG, D. W. The case for the hl7 standard. **Computers in healthcare**, v. 9, n. 1, p. 39–40, 1988.

WALKER, J.; PAN, E.; JOHNSTON, D.; ADLER-MILSTEIN, J. *et al.* The value of health care information exchange and interoperability. **Health affairs**, The People to People Health Foundation, Inc., Project HOPE, v. 24, p. W5, 2005.